

فهرسة الجزء الثالث من تطبيق الهندسة على الفنون

صفحة

- ٠٠٢ بيان الديناميكا
- ٠٠٢١ الدرس الأول في بيان القوى المستعملة في الصناعة الخ
- ٠٠٣ بيان القوة الانسانية
- ٠٢٥ الدرس الثاني في الكلام على حاسة السمع الخ
- ٠٤٦ الدرس الثالث في الكلام على قوى الانسان الطبيعية
- الدرس الرابع في ازدياد قوى الانسان واستعمالها على الوجه
المناسب
- ٠٦٧ الدرس الخامس في بيان قوة الحركات
- ٠٨٦ الدرس السادس في الكلام على قوة الثقل الخ
- ١٠٦ الدرس السابع في الكلام على توازن الاجسام السابجة الخ
- ١٣١ الدرس الثامن في الكلام على القوة المحركة الخ
- ١٤٦ الدرس التاسع في الكلام على الطائرات الادروبيكية
- ١٦٦ الدرس العاشر في الكلام على توازن السوائل الخ
- ١٨٨ الدرس الحادي عشر في الكلام على قوة الرياح وآلات تحديد
الهواء الخ
- ٢١٣ الدرس الثاني عشر في الكلام على الحرارة
- ٢٢٧ الدرس الثالث عشر في الكلام على آلات البخار الخ
- ٢٥٨ الدرس الرابع عشر في الكلام على آلات البخارية ذات
الضغط الخ
- ٢٧٣ الدرس الخامس عشر في الكلام على مراكب النار الخ
- ٢٩٤

بيان الخطأ والصواب الواقع في هذا الكتاب

خطأ	صواب	صفحة	سطر
لعظيمة	العظيمة	٥٣	١٩
ويجعل	ويجعل	١٥٩	٢٣
ملفوظ	ملفوظة	١٩٣	١٤
لا يمتد	لا يمتد	٢١٢	١٣
فينزم	كلما لزم	٢١٣	٢٣
والغازية	والغازية	٢٣٢	١٤
وهذا	وهذا	٣٠٩	١٩
عادة الناس	عادة الناس	٣١٤	١٣
لمعة	لمعة	٣١٤	٢١

<p>۱۰۰</p>	<p>واختر منہ</p>
	<p>فن منبر</p>
	<p>نماز منبر</p>



(بيان الديناميكا)

اي علم القوى المحركة المستعملة في الفنون والصنائع

(الدرس الاول)

في بيان القوى المستعملة في الصناعة التي من جلتها القوة الانسانية وفي اتجاهات تلك القوة المكتسبة من حاسة البصر

اعلم أن الديناميكا علم يبحث فيه عن محمولات القوى المحركة وتطبيقاتها على الفنون والصنائع

والقوى المحركة المستعملة في الصناعة نوعان : احدهما قوى الذوات المدركة اي الاجسام الحية وتسمى الحيوية * والثاني قوى الاجسام غير المدركة وتسمى

الجمادية ولئذ ذكر الاولى اولاً مبتدئين منها بالقوة الانسانية ثم تتبع ذلك بالقوى الجمادية التي منها قوة التناقل وقوة الحرارة الموجودتان في الجامدات والسائلات والغازات فنقول

• (بيان القوة الانسانية) •

هذه القوة لادخل لها في الصنائع زمن الطفولية الا انها تنمو في الانسان وترداد بازدياد سنه حتى يبلغ حد الشبوية وهكذا الى ان يصير كهلاً ويكامل عقله ثم تأخذ في النقصان حتى يبلغ حد الهرم والشيوخه ويصل الى اردل العمر وهذا ما لم يعرض له عارض او يحل به مرض يقضى به الى الموت قبل انتهاء قوته التي يمكنه استعمالها في الصناعة

وكذلك العقل وقوة الادراك فانهما يزدادان في الانسان حتى يبلغا متنهاهما ثم يأخذان في النقصان شيئاً فشيئاً الى اقضاء اجله الطبيعي والعقل يدرك العلوم والمعارف بواسطة الحواس الخمسة ويتقوى بملازمته تلك المعارف ويمارسها حتى يصل الى تمييز نسب الاشياء وادراك ما بينها من الاختلاف والتفاوت وهذا هو العلم والمعرفة

وبواسطة الحافظة يرسخ في الذهن ما يكتسبه من التصورات والبراهين والنتائج الا ان حافظة الحوادث اذا كانت في زمن الصغر حادة سريعة الادراك تأخذ في النقص قبل اوانه ما لم يهتم بشغلها على حسب القوانين واما حافظة البراهين فانها تتقوى وترداد بازدياد العمر والتمرّن على الملاحظة والمقابلة والتفكير

ولذا كان الانسان في حال صغره لا يحفظ الا ما يمرّ به من الاشياء الساذجية فتراه يحفظ ايام المواسم والمنترهات والمناظر الغريبة وشحو ذلك حفظاً جيداً وليس في وسعه حفظ المقابلة الصعبة والبراهين الطويلة مع الدقة فن ثم كان قصور عقل الانسان بقدر صغر سنه فكلما كان اصغر في السن كان اقرب الى قصور العقل فاذا اتقوى عقله واخذ في الزيادة صار له قدرة على التفكير والتنظر الدقيق والاستنباط

ومن هنا يمكن أن بعض الامم تمكث في الجهالة عدة قرون ثم تصير فيما بعد ذات معارف وقتون فكأنها خرجت بذلك من حالة الطفولية والصفرة الى حالة الرزانة والكبر

وكثير من الامم من هو على العكس من ذلك حيث تأخذ قواهم العقلية في التناقص شيئا فشيئا حتى يتجردوا عن حلية المعارف وتنكشف من بينهم شمس المعرفة فتلهم كمثل شيخ طعن في السن وكلما تقدم في العمر تأخر في العقل فهم لا يسيرون الا من الاشياء التافهة الجزئية التي تسر الصبيان ولا يحفظون الا احاديث طفوليتهم وحوادث صباهم حتى يصلوا بالتدريج الى درجة الحقى المغفلين

فعلى ذلك يكون اعظم ما يمس به الانسان في خدمة وطنه هو بذل جهده فيما يكون به منع هذا الاضططاط والاضمحلال الذي لم يزل موجودا عند بعض امم آسيا الى الآن وكذلك امة الرومان حيث حل بهم من ذلك ما اوجب الحزن والاسف عليهم

وحين كانت فرنسا في زمن شبوبيتها وشدة عنفوانها مكثت زمناطويلا وهي موصوفة بمطالب الطيش وعيوب الشبوبة ثم شرعت الآن في السن الذي فيه يتكامل العقل ويتقوى الادراك اذ لا ريب أن اهلها الآن بلغوا في المعارف والتقدم درجة لم يحوزوها في غير هذا العصر

وقد عاد هذا التقدم علينا بالخط الاوفر فعلى أن نجتهد على حسب ما ييسر لنا من الوسائط والطرق ونسعى بقدر الامكان في تكميل اهل بلادنا بتوسيع دائرة المعارف على مدى الايام بين هؤلاء الناس الذين اقتضت الحكمة الالهية اجتماعهم وربطهم بروابط حب الوطن والعشيرة

واول قاعدة يبنى عليها استكمال القوى العقلية ونجاح استعمال القوى الطبيعية اى الحسية هو استكمال الحواس اذ بها يعرف ما بين الكائنات من النسب والعلاقات

وكما أن الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والشم والذوق يمتدى

بها العقل في اجراء عمليات الفنون كذلك الفنون ابدت ما لا يحصى من
المبتدعات التي بها تزداد قوة تلك الحواس وتنوعها وكما لها وذلك أن الفنون
المستظرفة تطلقها وتوسع دائرتها والفنون العقلية تكسبها ضبطا ونباهة
والفنون الميكانيكية تورثها السرعة والنشاط في العمل

فحينئذ جميع الفنون تمد الحواس وتعينها على اكتساب المعارف العالية
بالتدريج وذلك من فوائد كمال الفنون بل هو الثمرة المترتبة عليه والغرض
المقصود منه

وانتشرع الآن في تفصيل ما اكتسبته الحواس من الفنون مبتدئين منه بما
اكتسبته حاسة البصر فنقول

فداخروا انطارتين هما نصير الاشياء الدقيقة التي لا تكاد تحس بحاسة البصر
بحيث ترى مع السهولة فبواسطتهما يبصر الانسان اشياء جديدة كانت تخفى
عليه قبل ذلك ويقف على بعض دقائق في تركيب اعضاء الحيوانات
والنباتات والمعادن كانت ايضا خفية عليه وقد وصل بواسطتهما في الفنون
المستظرفة كفن النقش مثلا الى ما لم يمكنه الوصول اليه بمجرد النظر
وبلغ بهما في الفنون العقلية درجة كمال حتى وقف على بعض دقائق
الكائنات فاطلع في تركيب الاعضاء الانسانية وتشعب الوعية الدموية
والنفاوية ونسيج الالياف العضلية والعصبية على ما كان لا يمكنه الوقوف عليه
بدونهما واستعان بهما ايضا في الفنون الميكانيكية على تحسين محصولات
الصناعة واتقانها اذ بدون النظارة لا يمكن للساعاتية أن يصنعوا الكرونومتر
اي قياس الزمن وتقسيمه الى ساعات ودقائق وثوان مع غاية الضبط على المينا
الصغيرة الحجم جدا وما ذلك الا لضبط حركة الطارات المضترسة المتعشقة
بعضها على وجه عجيب بحيث يتيسر لها التحرك والدوران في مثل هذه المسافة
الصغيرة

واخترعوا ايضا آلات اخرى لتقريب الاشياء البعيدة وجعلها محسوسة بمعنى
أن التأثير الحادث عن تلك الآلات في النظر بواسطة الضوء يصيرها قابلا لان

يحدث عنه تصادم وانعكاس تقتزله حاسة البصر ويضطرب به النظر وذلك كالنظارة الفلكية والنظارة المعتادة اى الطويلة اذ بواسطتهما استكشفوا النجوم السيارة وذوات الذنب وغيرها من الكواكب التى كانوا لا يعرفونها قبل ظهور تلك الآلات وبواسطتهما ايضا اتسعت المسافات للناس حيث يصبرهم على البعد ما لا يصبره بدونها فيعرف ما يجتنب من ذلك وما لا يجتنب وتلك الآلات عند البحرية منفعة عظيمة حيث يصرون بها السواحل والخور التى توجد فى البحر والسفن الاهلية والاجنبية وتستعمل هذه الآلات ايضا فى القوافل والجيوثن لتمييز العدو من غيره ومن قبيل تلك الآلات ما يستعمله الناس فيما بينهم لتقريب الاشياء البعيدة ورؤيتها بجميع اجزائها وتفاصيلها وذلك كالنظارات التى يستعملونها فى القرحة وتطر الاشياء المرغوبة فانها تقرب المناظر الذى بأقصى محل من مكان اللعب ما يبدو على تقاطيع وجه اللاعب من حركات عضلانه واختلاف تشكلاته ولو كان ذلك فى غاية الصغر والدقة

ولا يخفى أن قوة حاسة البصر متفاوتة فى جميع الاشخاص بل وفى الشخص الواحد على حسب اطوار سنه فلذا جبرت الصناعة هذا الخلل باختراع آلات مخصوصة لذلك فبواسطة نوع من النظارات يقرب البصر الذى لا يصبر الا من مسافة قصيرة ما بعد عنه من الاشياء التى لا يصبرها بدون الآلة لا بعصر ومشقة وبواسطة نوع آخر منها يبعد عن البصر الذى لا يصبر الا من مسافة طويلة ما قرب منه من الاشياء التى لا يصبرها الا على بعد

وبالجمله فيلزم لحفظ هذه الحاسة أن لاتصل اليها اشعة الضوء الا من مسام زجاج يضعف بلونه لمعان تلك الاشعة وقوتها وهذه اعظم منفعة عادت على البصر من اتساع دائرة الفنون والصنائع

وقد ترتب على اتساع دائرة الفنون ايضا مثل هذه المنفعة لحاسة السمع فان الانايب والابواق السمعية هى للاذن بمنزلة النظارات العين وللاذن ايضا مكرسكوب (اى آلات تعظم الصوت) فقد اخترع لايتوى احدثهرة الاطباء منذ مدة يسيرة آلة من هذه الآلات واستعملها فنجح فى تطبيقها

وكيفية استعمالها أنه وضع احد طرفي هذه الآلة التي هي عبارة عن موصل
مهي على صدر مصاب في اعضاءه الباطنية او على قلبه وجعل طرفها الآخر
في اذنه فسمع بواسطتها حركات كان لا يمكنه سماعها بدون تلك الآلة على هذا
البعد

فبناء على ذلك اذا اراد الانسان أن يخاطب من كان معه في منزل واحد لكنه
في جهة أخرى من المنزل على بعد منه استعمل لذلك موصلات معدنية تمتد
من موضعه الى موضع من يريد خطابه بأن يتكلم في احد طرفي الموصل بصوت
منخفض بحيث يسمعه المخاطب من الطرف الآخر وهذه الكيفية كان رؤساء
العمارات الكبيرة تصدر عنهم الاوامر للعملة البعيدين عنهم ويجيبونهم بدون أن
يتقل احد منهم من موضعه وهذه الطريقة متيسرة لكل احد

وفائدة البوق أنه يورث حاسة السمع قوة كافية من مسافات بعيدة فمن ثم ترى
ضباط البحرية يأمر ون من دونهم بالاوامر ويجيبونهم عنها وهم على جوانب
السفن الحربية مع ما يحصل من العساكر من الغناء والاضطراب وصغير
العواصف وضرب الشرعات في بعضها وجميع البحر وغيره

ويبقى أن يكون قهرا الصيادين والعساكر الخفيفة مثل هذه الابواق في توصيل
المخاطبات على الوجه المذكور مع الغناء وكثافة الاجابات
ومن هذا القبيل المنابر والمدبجات المحكمة الصناعة فانها بالنسبة الى الخطباء
والوعاظ في المجمع الحافلة بمنزلة الآلات التي تستعمل في توزيع الاصوات على
السامعين بالسوية وبالنسبة الى السامعين بمنزلة الابواق الموصلة للاصوات
وكذلك ما كان يستعمله قدماء ارباب الالعب من الوجوه المستعارة فكانت
من قبيل الابواق حيث كان يسمعون بواسطتها الحاضرون في محل اللعب على حد
سواء

ولنتقل الى الكلام على حاسة اللمس فنقول انه يمكن تلطيف هذه الحاسة بعدة
وسايط بأن نضع على بعض اجزاء البدن القابلة للاحاساس الظاهري عدة مواد
مؤثرة كثيرة او قليلة وذلك كالملابس فان من شأنها تقليل شدة التأثير الواقع على

البدن من الاجسام الخارجية ومن شأنها ايضا انها تجعل ما تحتها من اجزاء
البدن اكثر احساسا من غيره وذلك ناشئ عن نعومة البشرة التي تحدث فيها
عند وفاتها من مصادمة الاجسام الخارجية
ومن الوسائط المذكورة ايضا الحمامات وغيرها من سائر مواد التنظيف اذ بها
تزداد قوة الاحساس وتدرك باللمس ادى تأثير
واما تعريض بعض الاعضاء للهواء فيضعف احساسها ويقلل شعورها
بالتأثيرات

وقد ذكر الملم موتيو في هذا المعنى عبارة مفهومة استنبط منها بطلته
وجوده قريحته نتائج صحيحة وهي انه مرذات يوم في فصل الشتاء على القنطرة
الجديدة فرأى شابا عربيا ناليا بشدة البرد ولا يتأثر منه فقال له كيف يمكنك ان
الغلام ان تحمل شدة البرد وتكاد مشاقه وانت عريان فأجاب الغلام واحسن
الجواب قائلا وانت يا سيدى كيف تمشي في هذا الزمن الشديد البرد وانت
كاشف اذنك وشفيتك خذيك وعينيك فقال موتيو لست اكشف سوى
وجهي فأجاب الغلام ثانيا انا كل وجه حيث ضربت بالاعتدال انا من برد
ولا حرق

واما حاسة الشم فيمكن بالصناعة زيادة قوتها وتقصها بأن يستر الانسان وجهه اما
بنقاب خفيف او كثيف وبضع تحت طاقى اتفه قرنا يجذب اليه عدة مشعومات
يوصلها الى داخله فعلى ذلك اذا كان الانسان في ارض بها امراض معدية
وتتبع بنقاب من من العدوى فان ذلك ان لم يمنع بالكلية تأثر حاسنى الشم
والذوق من تلك الامراض نقص تأثيرها وقلة

وكذلك حاسة الذوق فانه يمكن زيادة قوتها وتقصها بوسائط اصطناعية
فيجب على الانسان ان يلاحظ في صورة ما اذا اراد ان يحكم في الفنون على
بعض مواد اولية او على شئ من محصولات الصناعة بما تقتضيه حاسة ذوقه
ان تلك الحاسة ليست على حال واحد في جميع الاوقات بل تارة تكون في غاية
الضعف واخرى في غاية القوة والصحة

ثم ان موضوع علم الطبيعة هو البحث عن تركيب الحواس والالات التي تلتطف ما يصل اليها من تأثير الاجسام الخارجية وذلك كالاولينيك (اي علم البصر) وهو فرع من هذا العلم يخص حاسة البصر والاكوسينيك (اي علم السمع) وهو ايضا فرع من ذلك العلم يخص حاسة السمع ولم يتعرض اهل هذا الفن الى وضع اسماء مخصوصة للاجزاء الاخرى التي تخص الحواس الثلاثة الباقية من فروع هذا العلم لانها كانت مجهولة لهم وقتئذ ويكنى ما ذكرناه في هذا المعنى من الطرق الاصلية الصالحة لتلطيف الحواس وتقويتها اجالا فن اراد معرفتها تفصيلا فعليه بكتب علم الطبيعة فان هذا العلم قد بسط الكلام على هذه الاشياء مع غاية الاطناب والتفصيل لانها من موضوعه ومباحثه

وقد اظهرت لنا العلوم الطرق الخاصة الصالحة لتوسيع دائرة الحواس والتي تتوصل بها الى الوقوف على حقيقة جلة من الاجسام لكن بدون أن نعرف ما بينها من النسب لان ذلك يتوقف على معرفة الاقيسة واستعمالها فاذن نبحت من بين القوى الحسية على قوة يصح أن نطلق عليها القوة الرياضية حيث بها تعرف اقيسة الاشياء ونسبها

واذا تتبعنا ما للحواس من التقدم والنمو الطبيعي من الصغر الى الكبر وجدنا للاقيسة مدخلية عظيمة في تكميل تصوراتنا وضبط احكامنا

فانك اذا قابلت معلوما بمجهول توصلت بذلك الى معرفة المجهول فاذن كل مقابلة تستلزم قياسا وهذا القياس غير محدود بمعنى أنه في الغالب لا يصدق الا في صور مخصوصة وذلك منشأ لكثير من الخطا

ويكنى في الوقوف على هذا الخطأ معرفة مثال من الامثلة التي ذكرناها في حاسة البصر واسهل الاقيسة هو قياس شئين متساويين لانه يعرف بالبداهة طبعاً وتسهل ايضا معرفة القياس في ابعاد الامتداد في صورة ما اذا كان القياس بتطبيق احد المتماثلين على الآخر وهو المستعمل عند ارادة مجابة الخطأ

فاذا اردت أن تعرف طول مسطرة مثلا هل هو مساو لطول المتر مساواة صحيحة

مضبوطة اولا فضع المتر على تلك المسطرة فاذا وقع طرف المتر على طرف المسطرة بدون زيادة ولا نقص عرفت انهما متساويان طولاً وهذه الطريقة هي المتعينة في القنون المطلوب فيها تمام الضبط في العمل ويشق على النظر أن يعرف المساواة بين شيئين في الطول والعرض والعمق بمجرد المقابلة بدون وضع احدهما على الآخر لان هذا يستلزم مدة طويلة للتدريب والتمرّن حتى يصير للعقل استعداد وصلاحيه لمثل ذلك لكن الامر بخلافه فاستأقد وصلنا الى ادراك هذا الامر في اقرب وقت اما ترى الاطفال اذا خيروا مثلاً بين تمرتين او كعكتين من نوع واحد يادرون الى اخذ الاكبر منهما حجماً بمجرد النظر واختيارهم للاكبر دون الاصغر انما هو بالتمييز الواصل الى قواهم العقلية بواسطة تأثير قواهم الحسية واما اذا اقتضى الحال أن الانسان يحكم دفعة واحدة بالمساواة بين جملة ابعاد بمجرد النظر فلا بد في ذلك من أن يكون عقله قد تمرّن بكثرة التجارب وسبق له الحكم في صور شتى مختلفة وأن تكون حواسه قد تعودت ايضا على معرفة جملة عظيمة من الابعاد ووصلتها الى ذهنه دفعة واحدة

وهذا التقدم قد يحصل للانسان من مبدأ صغره الا انه يتأخر قليلاً عن التقدم السابق فان الاطفال يعرفون حق المعرفة ما بين الشيتين من المشابهة او عدمها فيمكنهم بذلك بين صورتين من الصور البشرية مثلاً ويميزون ما بينهما من التفاوت والاختلاف اتم التمييز بل ويعينون هذا التفاوت الذي هو عبارة عن العيوب كقولهم هذا قبيح المنظر او غير معتدل القامة او دسم الصورة او نحو ذلك

وقد الرسم الذي هو من جملة الفنون المهمة التي لها دخل في تربية الاطفال وتعليمهم عند من يريد ادارة المحال العظيمة للفنون والمعارف يحصل اكتسابه من تساوى اليد وانتظام اجزائها وكذلك من تعويد النظر على قياس الابعاد وعلى معرفة ما بين الصورة المرسومة والاصلية من النسب

وللتلازمة في هذا الفن تقدم عظيم فانهم حين ابتدأهم في تعلمه يرسمون صور الاشياء رسماً لا يقارب الصور الاصلية ومع ذلك متى كان بين الصورتين ادنى

مشابهة يظن التلميذ الذي لم يتعود نظره على قياس الابعاد أن مارسه على طبق
اصله ولكن متى تعود على هذا الفن بأن تمرنت يده على الرسم وبصره على
القياس ورأى أن رسمه صار مقاربا للاصل كثيرا وجد بين رسمه الاول واصله
تفاوتا بينا لم يكن يحطريه بالهجر كان مبتدئا في التعلم ولم يتعود نظره على القياس
وبمعرفة التفاوت المذكور على هذا الوجه الذي كان فوق طاقته اولا يتيقن أن
حواسه صارت الآن آلات جيدة للقياس وحسن حالها عن الاول فيلحقه من
تقدمه في هذا الفن وبلوغه فيه الى هذه الدرجة مسرة عظيمة وتزداد غيرته
ورغبته في التعلم

واذا كان الطالب لا يمكنه معرفة ما بين الاشياء من المناسبات بدون موقف
وجب على المعلم أن يعينه على معرفتها ويبين له انه بوصوله الى هذه الدرجة
في التعلم يبلغ في التقدم الدرجة التي يؤملها وهذه اعظم طريقة في حث
الصبيان على الغيرة والاجتهاد

وهناك معلمون لا يسلكون في تعليمهم مثل هذه الطريقة لسخافة عقولهم قراهم
يظهرون التأسف على عدم تحصيل الطالب ولا يستحسنون شيئا من رسمه الاول
بل يذمونه ويقدرحون فيه فتقرب ذلك همة الطلبة بعد الاجتهاد وتزول منهم
الغيرة والتشاط فعلى المعلم أن يسلك في تعليمه غير هذه الطريق ولا يلوم تلامذته
على رسمهم الاول فان تلك الاشغال الاولى عندهم لا تمدح ولا تذم وانما هي
في اعتقادهم اسباب ووسائط بها تمرنت ابصارهم واعتدلت ايديهم في فن
الرسم بالنسبة لزمان دخولهم في محل التعليم

وبالجمله فاعظم الطرق في ترغيب الطلبة وحثهم على الاجتهاد والمواظبة على
التعلم بدون سائمة ولا فتور همة هو أن المعلم متى رأى من تلامذته اذنى تقدم يبين
لهم مع الاعتناء والاهتمام بجميع ما اكتسبوه من المعارف وانهم بالتدريج
يصلون في التقدم الى درجة اعظم من ذلك

وجميع ما قلناه في فن الرسم يقال في غيره من الفنون والمعارف التي الغرض منها
تكميل اوصافنا الحسية التي يكملها تكمل اوصافنا العقلية ويقال ايضا في المعارف

المستعجة النادرة التي يتوصل بها الطلبة الى تعلم جميع فروع الصناعة
وهنا امر يترتب عليه ضرر كبير بالنظر لذاته الا انه لم تعم به البلوى وهو أن حاسة
البصر في بعض الناس حين ابتدائهم في تعلم الرسم قد تفوق اليد تمرنا واعتيادا
فعلى ذلك تصل عقولهم الى ادراك الابعاد والصور والدوائر على ما ينبغي ثم
ترشدا لايدي اليها ومع ذلك لاتأني بها اليد الاناقصة

ور بما ترتب على ذلك أن حاسة البصر تتأثر وتتألم من اختلال الرسم الصادر من
صاحبها وعدم توقيعه على الوجه المرغوب وهذا الاختلال يعرف بمعرفة سببه
وهو أن الانسان مادام نظره اكمل من يده في التمرن عسر عليه معرفة فن الرسم
كما ينبغي فان هذا الفن كابيت فيه من المشاق اكثر مما عايناه على من المسرة
وانشراح الصدر

وقد يكون لحاسة البصر في بعض الاشياء درجة تقدم وكال اعظم من ذلك وهي
وقوفها على حقيقة ابعاد الاجسام المتباعدة عن بعضها بأن تقيسها بواسطة
العقل فقط

وبذلك يصير الانسان في اقرب وقت له قدرة على رسم رأس مثلا موضوع أمامه
رسمًا مطابقا للصورة الاصلية واما اذا اراد رسم رأس لم يبصره الامرة واحدة
بدون أن يضعه أمامه حين الرسم فان لذلك طرقا واحوالا مخصوصة لابتدائها
لاصحاب هذا الفن ولو بلغوا فيه درجة الكمال وهذا الفن وان كان بهذه المثابة
الا انه كغيره من الفنون والمعارف يمكن تحصيله ومعرفة فان الانسان اذا رسم
هذه الصورة عدة مرات متواليه وهي موضوعه أمامه فان خطوطها
وتقاطيعها ترسخ في ذهنه بحيث يمكنه أن يأتي بتلك الخطوط والتقاطيع في مرة
اخرى لاتكون فيها الصورة موضوعه أمامه وبالجملة فتي تعود الماهر في هذا
الفن على رسم الاشياء بمقتضى صورها الذهنية يؤول الامر الى سهولة ذلك عليه
ويتدرب على مثل هذا العمل بدون أن يضع أمامه نموذج يرسم بمقتضاه

ومثل هذه الصور يوجد كثيرا في جميع الازمان وسائر الاماكن وذلك كصور
الملوك المرسومة في المحال العمومية لاجل احترام الالهالي وكذلك على جميع

النقود الخاصة بجملة من الملل لاجل تمييزها عن غيرها من نقود مله اخرى ومن هذا القبيل ايضا ما يوجد في الاماكن المعتدة للاحتفال واجتماع عموم الناس من القنايل التامة والناقصة فهذه الصور عادة راسخة في جميع الازهار حتى ان اغلب الرسامين يحسبهم رسمها بدون أن يتقروا الصورة الاصلية لانها من رسومه في اذهانهم رسما جيدا

وقد يتفق أن بعض الرسامين يرسم صورة ابيه او اخيه او صديقه بعد وقائه مع غاية الضبط وذلك فاشي عمار مخ في ذهنه من تقاطع صورة الشخص الذي تمتع بالنظر اليه غير مرة

وقد لا يمكن للرسام أن يرسم الصورة على اصلها رسما مضبوطا كما اذا اراد أن يرسم صورة لص مثلا كان قد هجم عليه عدة مرات فانه يرسمه بصورة مهولة جدا ملاحظا في رسمه انه لص يمكنه قتل من صادفه وذلك لما اودعه في ذهنه من شدة التأثير والخوف المستقر

وبالجملة فالقرن والممارسة تبلغ بهما القوي العقلية اقصى درجة في الكمال بحيث يمكن استعمال الحواس فيما اعتدت له فبناء على ذلك ينبغي للانسان أولا أن يعرف المساواة بين شيتين بوضع احدهما على الآخر ثم يحكم بالمساواة بينهما مقربين بدون وضع لاحدهما على الآخر ولا يصل الى هذا الحكم الا بعد تحقيقه من حجمهما وصورتها * ولا اقيسة في هذا المعنى مدخيلة عظيمة ومنفعة جسيمة

فاذا قسنا عدة مرات جملة من الاجسام المختلفة الابعاد فان حجمها المعبر عنه بالقياس يرمخ في اذهانتنا بمعنى انها تكون مستحضرة في الازهار بعد مشاهدتها في خارج العيان

مثلا اذا رأي الانسان عمارة وعرف بمجرد النظر اليها طولها وارتفاعها وامتداد جميع اجزائها فان ذلك ليس ناشئا عن مطلق النظر ومجرد الرؤية بل منشأ تصورهما واستحضار صورتها على وجه هندسي بحيث يمكن رسمهما فيما بعد بدون أن يراها

وفي الغالب أن ارباب الاسفار التي الغرض منها معرفة آثار الامم ومبانيهم
ومحصولاتهم الصناعية محتاجون لأن يمزقوا حواسهم وعقولهم على القياس
بالوجه السابق فقد اتفق لي أني مررت بعمارات ابريطانيا الكبرى الجهادية
والبحرية وكنت غير ما ذون بقياسها ولا بقياس الآلات الموجودة في ترسانات
تلك المملكة فاضطرت الى قياس هذه الاشياء بالنظر وحفظ ابعادها وصورها
في العقل فعبثت بالاعداد عن اشكال المباني والتراكيب الميكانيكية التي
اذن لي برؤيتها ثم رجعت على الورق جميع ما قسمته بنظري وحفظته في ذهني
فعلى الطالب أن يجتهد في هذا العمل العقلي فان من جد وجد وقد راجع الاجتهاد
يصل المرء الى ما اراد وتظهر له ثمرة ذلك اذا اطلع على عمارات عظيمة ولم يمكنه
قياسها بالنظر اما لكونه لم يؤذن له باخذ قياسها بالآلات او لكونه لم يجد لذلك
فصحة من الزمن

وبالجملة فحاسة البصر لها اعمال اخرى عظيمة النفع بقدر ما تستعمل فيه من
الوظائف ولتقتصر من ذلك على فن الحرب فنقول

انني الى الآن لم اتكلم الا على حجم الاجسام وصورتها ولم اتعرض للكلام على
المسافة التي بينها وبين الناظر مع أن معرفة ذلك من اهم الامور وأكدها
اذ بعمرتها تعرف بعض العمليات العظيمة الصادرة من الحواس التي هي بمنزلة
آلات القياس فان المسافة التي بين الناظر والجسم المنظور اذا كانت قريبة
كان حجم ذلك الجسم كبيرا في رأي العين واذا كانت بعيدة كان حجمه صغيرا
فعلى ذلك يجب علينا أن نعرف حق المعرفة القياس الذي تدركه الحواس من
منظر ظاهر الجسم المحسوس وبالتجربة المكتسبة من هذه المعرفة فنجانب الخطأ
في كثير من الاحوال

ومن المعلوم أن الاجسام بحجم الثور او الفرس او الانسان لا يتغير حجمها
ولا يتقص مقدارها يبعدها عن الناظر بل هي ذات حجم واحد سواء كانت
المسافة التي تفصلها عن الناظر صغيرة او كبيرة
واعظم من ذلك كله التعود على قياس حجم جسمين مختلفين في البعد عن الناظر

فإذا تعددت حاسة البصر من إنسان على مثل هذا النوع من القياس عرف حق المعرفة الأكبر منهما حجما ولو كان ابعدا الجسمين مسافة أى أنه يظهر في رأى العين اصغر صورة من الآخر

فعلى ذلك اذا رأينا سراية متسعة من خلال لوح من الزجاج لم يصح ان نقول أن هذه السراية اصغر من لوح الزجاج المحيط بصورة تلك العمارة وانما نتحكم بأن المربعات الصغيرة التي نراها بعسر في شبابيك السراية البعيدة منا ينبغي أن تكون متساوية الابعاد بالنسبة الى هذا اللوح القريب منا الذي بواسطته تكون صورة تلك العمارة كبيرة في رأى العين وعلى فرض أن الخواص تخطئ في هذه الحالة فالعقل بواسطة النتائج القوية يقف على الحقيقة وان كانت بمقتضى الظاهر خفية مجهولة ففي مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الخواص في قياس حجم الاشياء وصورتها

والرسامين في رسم العمارات على غير النسب العادية طريقة سهلة بديعة يعرف بها حجم العمارة المطلوب رسمها وهي انهم يرسمون جسمها معلوم الابعاد بحجم رجل مثلا ويجعلون ذلك وحدة قياس فتقابله نسبة حجم هذا الجسم بحجم العمارة يعرفون قياس العمارة

وفي مملكة ايطاليا مدن بها تيارات عظيمة معقدة لجميع انواع الالعب كالالعب المنظومة والرقص ونحو ذلك فتجدها بين ارباب اللعاب من الشبان وحجم محل اللعاب وما به من الزخارف والزينة نسبة تامة وكذلك الزخارف التي بها متناسبة على حسب درجات المنظر الخطي والمنظر الشعاعي حتى ان الانسان اذا دخل ملعبا من تلك الملاعب يرى بمجرد النظر انه داخل في ملعب صغير ويرى بمجرد زحف الستارة المزخرفة أن اللاعبين شبان صغار ولكن اذا دخل الى ما وراء الستارة تعجب من كون هؤلاء الشبان يظهرون بمظهر الملوك والامراء على صورة القدادية كما يظهرون بمظهر اغانمون واشيل وهرقول وغيرهم مع انهم دون الذراع في الطول وهذا من فوائد علم النظر الذي به تكبر صور الاجسام عن حجمها الحقيقي

وفي ملكة ايطاليا ايضا فانه اخرى تتعلق بالاجسام التي تكون صورتها
في رأي العين أصغر من حجمها الحقيقي على عكس ما تقدم وذلك أنه يوجد
في كنيسة ماري بطرس التسعة التي بمدينة رومة تماثيل وصور
من خرفة مرسومة على قياس اكبر من قياسها الحقيقي ومناسبة لابعاد البواكي
والابغال والاعدة فاذا فرضنا في مبدأ الامر أن الصور البشرية كلها لها مقدار
طبيعي لا يتجاوزها فموجب هذا القرض القاسد يكون للعمارة المطلوب قياسها
ابعاد عادية على قدر الكفاية ولكن اذا مر بهذه العمارة رجل او امرأة ظهر لنا طر
أن ما رآه كبير في الحجم وباتحاد النسب يصير للعمارة منظر كبير حقه أن يكون
ناشئا عن الانتظام في الحجم وقد اتفق لي مثل هذه الرؤية حين طفت بعمارة كبيرة
الحجم متضاعفة المقدار لا يمكن تخطيطها و اراد وصفها على الحقيقة
واذا راينا شعبا من بعد ولم نعرف لصورته حدا ثم تقرب منا و قيل لنا انه انسان
فانتفى الحال فميز رأسه وجسمه ورجليه وذراعيه وغير ذلك مما كان خفيا علينا
لانه في مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس فيكمل الصورة التي لم
تدركها حاسة البصر على حقيقتها

وكذلك اذا ابصر الانسان خطا مكتوبا على سائط من مسافة بعيدة ولم يقف له
على حقيقة وقرأه انسان آخر قريب منه فانه بمجرد سماعه يعرف كلمات هذا
الخط وحروفه بعد أن كانت مهمة عليه قبل القراءة ولم تكن في رأي عينه الا مجرد
صورة غير متقنة

واذا كان الجسم يقرب ويبعد عن الناظر وليس ملازما لحالة واحدة بمعنى
أنه لا ظل له ولا لون فانه لا يقف له على حقيقة فلا يدري هل هو باق على مسافته
من البعد او تغيرت وهل هو يكبر او يصغر وهذا ناشئ عن الخطا الذي يعرض
للحواس ليلا ويضعف قوة الادراك عن معرفة تغيرات مواضع الاجسام نصير
في كل وقت عرضة لاختار نخشى منها على انفسنا ولا يمكن للعقل منعها عنا
بطريقة من الطرق ومن هنا ينشأ الخوف والفرع من الظلمة لاسيما عند الصبيان
والنساء والجهلة اي ضعف العقل من الناس ويتولد منه ايضا الخوف من

الحيوانات المقترسة ونحوها مما يتخيله الانسان من الاشياء المخوفة التي يتوهم
انها تقفوا رءيلا وهذا انما يكون عند جهلة الناس الباقين على اصل الفطرة
بخلاف الملل المتقدمة صاحبة المعارف فان مثل هذا الخوف عندها انما يكون
في الاطفال والخواصن

ولا جل اعانة البصر وجبر ما تقص من قوتها بحث الناس الملامزون
للظلام عما يقفون به على حقيقة الاصوات التي تصل اليهم من الاجسام
الغير المرئية لهم هل هي تزيد او تنقص فاستعملوا لذلك آلة معينة يعرفون
بها الاصوات مع التعب والمشقة الا أن عقولهم لما داخلها من الفزع
والرعب لا تبقى ما تدرك حواسهم على حقيقته فان الخائف يتخيل أنه يسمع
اصواتا لا وجود لها وكذلك يتوهم أن الاكاف محدقة به من كل جانب فيزداد
بذلك فزعه ورعبه

ومن هذا القبيل من ارتكب جنابة فانه يشتد خوفه من الظلمة ويرى دائما
أن الجنى عليه أمامه وكما سمع صوتا توهم أنه صوت القاتل ومثل ذلك يؤثر
في حواسه ويزيده رعبا وتوارد عليه تخيلات كثيرة ولكن متى اصبح الصباح
رأى جميع ما حوله من الاشياء التي كان يتخيلها ليلا على صور مهولة غير
معهودة له باقيا على حقيقته الاصلية فيسكن روعه ونطمئن نفسه شيئا فشيئا حتى
لا يبقى عنده من تأثير ذنب الجنابة الا مجرد التأسف والندم الذي هو دائما عقاب
للقلوب التي لم تراع حرمة الفضيلة بل نسبت شعائر الامانة فهذه هي نتائج خطاء
الحواس الطارئ عليها من بعد مسافة الاجسام ومنظر الاشياء

وايضا اذا ظهر ضوء النهار عرفنا الاجسام وميزناها على حقيقتها وادركناها
بمجرد رؤية حجمها الظاهري عدة اجزاء منها ادراكا نانيا فاذا رأيت الوانها قد
اخذت في الضعف والتناقص وظلها في الخفاء وعدم الظهور وتناقصت ابعاد
صورها فلا تقل ان ذلك تقص في الاجسام المرئية وتغير في صورها الحقيقية
وانما هو ناشئ عن ازدياد المسافة التي ينسك وبينها مع بقاء الاجسام على
حقيقته

وبالجملة تعلم المنظورات قد يقع حاسة البصر في الخطأ بمعنى أن الاجسام تظهر به في رأى العين على وجه بحيث ينشأ عن روية حجمها ولونها وتكاثر ظلمها للنظر تأثير به يظن انها على مسافات غير مسافات صورتها الحقيقية وصناعة زخرفة الملاعب التي بلغت في عصرنا هذا مبلغا عظيما متوقفة على معرفة تناقص المسافات والالوان والظلال فان تلك المعرفة من جملة المعارف التي لا بد منها في صناعة التصوير ورسم المنظورات ونقش الاجسام الصغيرة قليلة الظهور

وهناك معرفة اخرى اهم مما تقدم في عدة صور وهي ادراك حجم الاجسام الحقيقي ومساقتها والحكم عليها بمجرد النظر بدون خطأ في النظر ولا في المنظور فمن صور ذلك أن الانسان اذا كان مسافرا في البحر وتبعه العدو فانه يعرف بعده عنه وحجمه وقوته وملته حق المعرفة ولو كان منه على بعد عظيم وامام من لم يعود نظره على هذا النوع من القياس فانه اذا رأى في الافق نقطة سنجابية ظن انها العدو ولم يقف لها على حقيقة

وكذلك الحروب البرية يانم فيها تعويد النظر على هذا النوع من القياس فينبغي للانسان فيها أن يقف على مسافة مناسبة بالنظر لانواع الاسلحة التي تستعمل في تلك الحروب ليكون الرمي بها فائدة عظيمة ويجب على الضابط المنوط بضرب النار أن يعرف هذه المسافة حق المعرفة ويحكم عليها ويقبضها مع الضبط بنظره وقوة عقله لا يبدد فيرمي العدو في الوقت المناسب للرمي ومثل تلك المسافة يسهل قياسها بالاسلحة القرمية المرى كالطبنجة والبنقرة ونحوهما بخلاف البعيدة المرى على اختلاف انواعها كالاخوان الكبيرة والصغيرة والمدافع المختلفة في الطول وفي الحشوة (المعروفة بالفشنك) فانه يعسر القياس بها فيجب على ضباط الطوبجية وضباط الجيوش الحقيقية أن يعرفوا قياس المسافات سواء كانت صغيرة او كبيرة معرفة جيدة حتى يمكنهم في وقت المعركة وشدة الالتحام اخذ المواضع المناسبة وضرب الثيران وابطالها عند الاقتضاء مع الضبط والسرعة

والوسيلة الى هذه المعرفة النفسية هي المداومة على قياس المسافات المتنوعة في السهل والجبل

ويجب على رؤساء الورش الكبيرة والكرخانات الصغيرة أن يعودوا وانظرهم على قياس حجم الاجسام وصورها بمجرد النظر قياسا صحيحا حتى لا يحتاجوا الى الطريقة البطيئة باستعمال المسطرة والبرجل في القياس فانهم متى تعودوا على القياس بالنظر عرفوا محصولات صنائعهم وشغل الشغالة هل وفي بما يلزم عمله ام لا والا فلا قل من كونهم يعرفون هل تلك المحصولات تناسب من صنعت لاجلهم ام لا

وبالجملة فمن جملة نتائج القدن وفوائده عند كل امتمن الامم استكمال حاسة البصر وغيرها من الحواس بالتربية والتعود

ومما يدل على ذلك اننا اذا ارسلنا الى امة من الامم المتبربرة اقمع ما يوجد عندنا من الصور فانها تعتد تلك الصورة من اعظم الصور الظريفة على حسب ذوقهم وعدم تقدمهم في الفنون وهذا نوع عظيم من التجارة عند صغار الصنابعية الذين لم يتقدموا في صناعة النقش والتصوير ومثل هذا التفاوت ناشئ عن تعويد النظر على الاشياء وممارستها بحيث ان ادنى شخص من الامم المتقدمة بتعويد نظره على حسب حاله يدرك ليصره ما لا يدركه المتبربر الخشعي

وبالجملة فكل امة تقدمت في القدن فانها تعرف اشغال اسلافها وتحكم عليها فهي كالمتبدي في تعلم فن الرسم فانه متى تقدم في ذلك الفن عرف رسمه الاولى وحكم عليه بعدم الصحة

فلو صادفنا احدا المصورين بباريس الذين يطوفون في الاعياد والمواسم وايام البطالة بسراية لوروة ولو كسنبورغ ولم يكن من المتقدمين في هذا الفن وسألناه هل ما وجدته في تلك المحال من تماثيل ابولون وهرقول وديانة اشتدشها بالصور البشرية الطبيعية من تماثيلها التي على ابواب كنيسة سنت جرمان ام الامم بالعكس لاجاب فورايانه قددهش وتجب غاية العجب من التماثيل الاولى وأنه اذا ما بلها ببعضها ظهرت له التماثيل الثانية مجردا احجار

خشية غير منتظمة الصناعة مع أنها كانت عند القدماء من اعظم الملح وانظرها
حق ان ملوك ذلك العصور عايناهم كانوا يتعجبون غاية العجب من مصوريها
كيف امكنهم ان يأتوا بما يشبه الصور الطبيعية فهذا التفاوت انما نشأ
من تقدم حاسة البصر في بلاد فرانس من عصر التوحش والخشونة الى
عصرنا هذا

واذا ارسلت الدولة الفرنسية الى بلاد ايطاليا جماعة من صغار المصورين
والتقاشين والبنائين فليس الغرض من ارسالهم الى تلك البلاد مجرد اخذ صورة
بعض المباني والصور والتماثيل بل الغرض من ذلك ايضا هو انهم يعودون
ابصارهم بروية ما ظهر على وجه الارض من الفنون المستخرجة في هذه المملكة
قد بما وحدها حتى تتمكن حواسهم من تلك الصور ومنح في عقولهم بحيث اذا
رجعوا الى بلادهم يمكنهم نشرها واظهارها بين ابناء وطنهم
قد عرفت ان كل امة يمكنها استكمال حاسة البصر بالممارسة والاجتهاد
فمن ثم كان المصورون والاهالي يتنافسون في تحصيل المعارف
والفنون

فاذا صدق المصورون ولومرة واحدة كانوا بذلك قدوة للاهالي وزجما وقضوهم
على نموذجات صحيحة كاملة لا يمكن لمهرة علمائهم ادراكها والوقوف على
حقيقتها وكل من هذه النموذجات يزيد حاسة البصر ويمدها بالقوة والكمال عند
الناظرين فلذا كان كلما تكاملت الفنون تقوى رغبة الاهالي ويزيد اجتهاد
المصورين حتى يحوزوا فضيلة التقدم على الاهالي قهر اعينهم

وهذا التقدم المشترك في المعارف بين الاهالي والمصورين لم يثمر ثمرة عظيمة الا
عند امة اليونان في الاعصار السالفة وعند الايطاليين في اواخر القرون الوسطى
وها هو الآن شائع في النور والزيادة عند الفرنسية فيجب على كل من المصورين
والعلماء الماهرين ان يبذلوا جهدهم في اعانة هذا التقدم بالمواظبة والاجتهاد
وقد تصدى لذلك بعضهم ونجح فيه فنجاحا يرجى تفعه

والذي اكسب الفرنسية الميل الى الفنون المستخرجة هو احد المصورين

بمقدوره وذلك أن ما أبداه هذا المصور من محاسن صناعته أنساهم ما كانوا
يتعجبون منه من تصاوير القدماء الخشنة وقد تخرج عليه جبرارد
وجيروديت وغيرهم وغيرهم من تلك الطاقة المتأخرة فليس
منهم احدا الا واستفاد من دروسه وامثاله وكان هذا المعلم الصعب اذا اطلع
على اشغال تلامذته في هذا الفن يظهر ما فيها من الخطأ ولو كانت في عين
الاهالي من اعظم الملح واطرفها بدون أن يراعى في ذلك خواطرهم او يخشى بأس
احد منهم ويمثل هذه الطريقة يمكن للرسم الماهر أن يبلغ التلامذة على يديه
اقصى الدرجات في هذا الفن وبواسطتهم يصل سائر الاهالي في ذلك الى مثل هذه
الدرجة

وقد حصل لفن البناء ما حصل لفن الرسم من التقدم واتساع الدائرة وحسبك
دليلا على ذلك مقابلة ما حدث في سائر الجهات من البيوت الساذجية الحسنة
المنظر بمباني القرن المتأخر وما قبله في ذلك ما يقضى بتقدم هذا الفن وبلوغه
في الحسن درجة لم تكن له قبل ذلك وكذا اعمارات اسواق سنت جرمان ومباني
مويرت فانها نظرافة شكلها وحسن تناسبها اشبه شي بعمارات اليونان
القديمة وعمائيل على ذلك ايضا ما تجدد في شوارع مدينتي كاستيلوم
وريولي من العمارات ذات الابواب الشاححة فانها جديرة بأن تنظم في سلك
مباني رومة وفلورنسه وكذلك العمارات الجديدة السمائة البورس
(وهو مجلس التجار ياريس) فانها تذكرنا عمارات برويله وبروتون في لطاقتها
وحسن منظرها وبالجملة فهذا التحسين ظهر في جميع المباني الافرنجية ظهورا
تامابلا وكذلك في جميع محصولات الصناعة وقد برع القرن سابعة في ذلك
وفاقوا اسلافهم بل والدول الاجنبية في الفنون والمعارف بواسطة فن الرسم
واستكمال حاسة البصر فهم ومع ذلك ينبغي الاعتراف بانهم لم يلبثوا في التحصيل
الدرجة القصوى لما أن التكميلات المترتبة لسائر الفنون لا يمكن حصرها فعلى
ارباب الصنائع من القرن سابعة أن يسارعوا الى هذه التكميلات ويضيفوا الى
ما عندهم من الفنون ما يظهر لهم من التحسينات المستطرفة التي هي زينة

البلاد المتقدمة

وعليهم ايضا أن يقبلوا الاقيسة الصحيحة المضبوطة ويذعنوا اليها حسب الامكان
وأن لا يقيسوا الاجسام بمقتضى ما يظهر من حجمها قط بل لابد ايضا من قياس
نسبها ومعرفة ما بين تلك النسب من الاختلاف والتفاوت او التشابه وأن لا
يستحسنوا الا ما استحسسه العقل ويذلوا الجهد في تحسين اشغالهم بحيث
يستنسبها ويقضى بحسبها ويحتمدوا في اعمالهم حتى يصير لهم المام بصحة كل
فن وخبرة بنسبه وانتظامه ثم ينشوا ما اكتسبوه من المعارف الجديدة بافاضتها
على من جاورهم والقائما الى تلاميذهم ليعملوا بمقتضاها في اشغالهم والى
الاهالى كافة ليدركوا نظافة الاشغال ويعرفوا مقدارها وتحمل منهم تلك
المعارف الجديدة محل القبول وانما اوردنا ذلك رغبة في نفع الناس وحلهم على
الغيرة والمنافسة في تحصيل الفخار وما يعود على الوطن بالمنفعة

والى الان لم نستوف الكلام على جميع ما يناسب حاسة البصر من انواع
التكميلات وانما ذكرنا ما بين هذه الحاسة وصورة الاجسام من النسب قط
وكيف يمكن استيعاب جميع النسب التي بين البصر والاجسام حال تحررها الى
حين ظهورها للنظر على عدة احوال اذ لو تصدنا لذلك لجزا الى الامهات
واخرجنا الى تفاصيل كثيرة بطول شرحها فان انواع الحركة كثيرة كحركة الحياة
التي تعيش بها والحركة التي نعرف بها حياة الاجسام الحساسة والحركة التي تؤثر
في حواسنا وبها تحصل لنا المعارف والحركة التي تجبرنا الى ارتكاب الخطأ
في الافعال والاحكام

وينبغي لنا أن نعود حواسنا على قياس الحركة كما نعودها على قياس الامتداد
ويمكن التوصل الى هذه العملية المهمة باعانة الزمن فيلزم اذن للعقل والحواس
معرفة الزمن والمدة بحيث متى رأينا جسما يقرب او يبعد عن اجسام اخرى
عرفنا معرفة صحيحة المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم او الزمن
الذي يقطع فيه مسافة معلومة ولا ينبغي أن تقتصر في معرفة الحركات والحكم
عليها على ما نشاهده منها وقت حصولها قط بل يجب معرفة قياسها واحوالها

وحفظ ذلك في الازدهان بحيث يمكن مقابلتها بغيرها عند الحاجة
 واغلب عمليات الفنون والصناعات تحتاج الى هذه المعارف المضبوطة اذ من
 الصناع من يلزمه ان يعرف درجة السرعة التي تلايم الدواليب التي يستعملها
 في من آلاته وصقل السطوح وعمل القنار والبلور والصيق بدون أن يحتاج
 في معرفة قياس حركاتها الى ساعة كبيرة او صغيرة ومنهم من يلزمه أن يعرف
 السرعة التي تلايم آلات صناعته كالمتشار والقارة والمكوك ونحو ذلك وانما مثلنا
 لذلك بهذه الامثال العادية ليعلم أن هذه المعارف لا بد منها في سائر فروع
 الصناعة

وقد يحتاج الانسان في كثير من عمليات الصناعات الى الاستعانة بالآلات المعدة
 لقياس الزمن فحينئذ يلزم لكل امة تقدمت في الصناعة أن يكون عندها اقيسة
 صحيحة للزمن كما يستفاد من التاريخ

قد كان سلف الفرنسيات في عهد ملكهم كرلوس ماغوس الذي لم تكن فيه
 الصناعات متسعة الدائرة كهذه الاعصار لا يعرفون الاوقات الا بارتفاع
 الشمس على الافق كما هو عادة اهل الارياض الآن واول ساعة دقاقة وجدت
 في مملكة فرنسا هي الساعة التي اهداها الخليفة هارون الرشيد الى
 ملك فرنسا المذكور ثم اخذت المدن الاصلية من هذه المملكة في تحصيل
 ساعات من هذا النوع وكانوا اولاً يعرفون عدد الساعات بضرب النواقيس
 فلما عرفوا الساعات الدقاقة صاروا يعرفون باصواتها المتنوعة وضرباتها
 المختلفة عدد الساعات وانصافها وارباعها ثم اخترعوا الساعة عقريين احدهما
 لعدد الساعات والاخر للدقائق في سائر الاوقات

وترتب على صحة قياس الزمن وضبطه فوائد عظيمة في ترتيب المصالح العامة
 والخاصة وكذلك في اشغال الصناعة الا أن هذا القياس لما كان خالياً
 عن الجديوى بالنسبة لمن لا يتيسر له سماع هذه الساعات ولا رؤيتها كالسياح
 والشغال والعالم وغيرهم ممن يتفرغ لشغله او يمنعه عن سماعها كثرة اللفظ او لا
 يمكنه الانتقال من محل شغله الى المحل الذي به تلك الساعات خطر لهم أن

يحتد عوا ساعات صغيرة يمكن حملها لكل انسان ليعرف بها قياس الزمن ويتيسر
 له بها معرفة الاوقات مع الضبط في سائر الازمان والا ما مكن ويمكن به المن
 كانوا في اطراف مدينة كبيرة او في مدن مختلفة وتواعدوا والاجتماع مع بعضهم
 في محل مخصوص ووقت معلوم لقضاء اوطارهم او تجرد الحظ والمؤانسة أن
 يحضروا في الوقت المعين بينهم ومن فوائد هذه الساعات ايضا قياس مدة جولة
 من الاشغال وطول زمن عدة من الحركات وبالجملة فقد استفاد الناس من قياس
 الزمن فائدة عظيمة كان لا يمكن للام تحصيلها قبل ذلك وربما استفيد منه
 ايضا فائدة اخرى وهي كثرة العمل مع التوفيره مدخلية في تنظيم جولة من
 المصالح العامة والخاصة وفي تكميل العلوم والفنون وله ايضا مدخلية عظيمة
 في اشغال الملاحمة وعلم الفلك وكذلك الفنون الحربية فيلزم غالبا معرفة الزمن
 الكافي لاجل انتقال الجيوش من موضع الى آخر في مدة الحرب التي لا يتيسر
 فيها قياس المحال والمسافات الا بمجرد النظر فلذا كان لا يمكن التوصل الى
 ذلك الا بالتعود على معرفة المقابلة بين المسافات المقطوعة والزمن الذي
 استغرقه قطعها بأقيسة صحيحة مضبوطة

وطريق الوصول الى معرفة الازمان بمجرد النظر هي التأمل في حركة الاجسام
 واما معرفتها بالسمع فهي عبارة عن معرفة مدة الاصوات كما سيأتى في الدرس
 الثاني

فقد علم العساكر الجديدة باعتياده على ملاحظة السير المعتاد والسريع المعبر
 عنهما بيرايك بيرايك اعني واحد اثنين واحد اثنين يكتسب معرفة المدة التي بين
 هذه المسافات المتساوية فاذا رأى بعد ذلك عساكره تمشي أمامه عرف سرعة
 سيرهم بمجرد النظر كترى من الجيوش المنتظمة

فعلى ذلك اذا رأى الانسان رجلا او خيولا او عربات او سفنا سائرة امكنه أن
 يعود نظره على معرفة قياس سرعة حركاتهم كالا لاني اذا سمع فرعا من فروع
 الموسيقى فانه يعرف بمجرد سماعه النغم الذي يتسبب اليه هذا الفرع من غير
 احتياج الى مراجعة كتاب في هذا المعنى

وجميع هذه المعارف على اختلاف أنواعها المفيدة عظيمة في كثير من الفنون
فيمكن بها أن يمس الورشة الكبيرة والمعامل الصغيرة أن يعرف أسرار العملية
أو توانيهم في الشغل بمجرد النظر والسمع

وهناك معارف أخرى ليست مقصورة على بيان قياس أطوال المسافات
والأوقات بل يعرف بها أيضا الألوان والأصوات (كما سنذكره في الدرس
الثاني)

ومعرفة الألوان مما لا بد منه للمصورين والصبان وغير خفي التباينات أي
الملاعب وغيرها من الأماكن وهي ضرورة إضافية في كثير من الفنون التي
يرغب في محصولاتها على حسب زيتها بالألوان المرغوبة قلّة وكثرة فلذا كان
ينبغي للرّسام الماهر أن يعرف هذه الألوان معرفة جيدة ويعرف ما بينها من
الاختلاف والاتحاد والناس في شأنها على قسمين فمنهم من يعرفها حق المعرفة
ومنهم من لا يعرفها إلا معرفة هينة

فأهل الأرياف عموما سواء كانوا متوحشين أو معتدين لا يميلون بالطبع إلى
الألوان الناصعة الفاتحة وأما الأكابر والأعيان فزمتهم من قديم الزمان الحجرة
الضاربة إلى السمرة بخلاف أهل البادية فإنهم يؤثرون الأحمر الوردى على غيره
وهو الأرجواني عند أهل القرى وأما ما كان من الألوان دون ذلك في الشدة
فهو الملائم لأصحاب الذوق السليم لحسن حواسهم وقوة إدراكهم بما توارد
عليهم كثيرا من الألوان فعرفوا بمقابلتها على بعضها ما لا يعرفه العامة من التفاوت
بينها ومثل هذه المعرفة الدقيقة مما يقوى الذوق ويكسبه السلامة
والرقة

وبما ذكرناه هنا يمكن الوقوف على تقدم ذوق الإنسان وقوة إدراكه
بالنسبة إلى الألوان كما سبق بيان ما يمكن به معرفة ذلك بالنسبة إلى مقادير
الأشياء

* (الدرس الثاني) *

في الكلام على حاسة السمع المعتبرة آلة للقياس وعلى الاتجاه الذي تكتسبه

منها القوى الانسانية

قد اسلفنا في الدرس الاول أن حاسة البصر معتبرة آلة للقياس وذكرنا أنه يمكن للانسان بالعود على الملاحظة والمقابلة أن يكمل هذه الحاسة الناقصة ويجعلها صالحة لاعائه في اعماله واشغاله وذكرنا ايضا أن استكمال تلك الحاسة امر ضروري لا بد منه لاسيما بالنسبة لتقدم الفنون المستترقة والفنون النافعة التي هي عبارة عن الصناعة

وقد رأينا أن تكلم في هذا الدرس على حاسة السمع كما تكلمنا في الدرس الاول على حاسة البصر فنقول

ان جميع الاحساسات التي توصلها حاسة السمع الى العقل بمنازعة ثلاث خواص متباينة * احداها المدة * والثانية القوة * والثالثة ارتفاع الاصوات او انخفاضها

فيمكن للانسان بالتدريج أن يعودا ذاته على قياس مدة الاصوات وسكونها لان معرفة هذه المدة المكتسبة بالخواص مما لا بد منه في كثير من الفنون * ويتوصل الى معرفة هذه المدة بتوارد الاصوات المتشابهة وتكررها على الاذن حينئذ حين بان يقطع توصلها بسكون طويل او قصير * فلذا كانوا في العسكرية يستعملون نارة صوت الكمندار (اي المعلم) ونارة صوت الطرميطة واخرى صوت الموسيقى ليعودوا العسكري الجديد على معرفة قياس السير السريع كثيرا او قليلا على حسب ما يلائم الحركات العسكرية من انواع السير

وكذلك اذا ارادوا انتظام فرقة عسكرية بحيث تحرك اسلحتها دفعة واحدة قسموا الزمن الذي تقع فيه اجراء التعليم الى مدد متساوية لكل مدة منها حركة مخصوصة فيترتب على ذلك في التعليم توازن الحركات وانتظامها وهو المطلوب * فهذه الطريقة يمكن لما نأمله وتسعما منه من العساكر المتقدمين في التعليم أن يجروا بالتدء المسمى تعليم ما هران وهو سلاح طولدر اي نعيم السلاح عميلة اثني عشر فصلاوا كثر من ثلاثين حركة مع الاتحاد التام بدون احتياج الى

إشارة أخرى

وكما كانت العساكر الجديدة مجموعة من الأهالي المتقدمة المتعوده بطبيعتها على مثل هذه الحركات كان تعود حواسها على هذه التعليمات فربما يصير المدة فيكفي في تعليم العساكر الفرنسية مجرد التعبير عن الحركات اللازمة وتكرارها بخلاف العساكر المجموعة من الولايات القليلة المتدن فان ذلك لا يكفي بالنسبة لهم بل لابد من أن يكون أمامهم رجل يفعل جميع الحركات اللازمة واحدة بعد أخرى حتى يتأقن لكل واحد منهم الاقتداء به في تلك الحركات ويتعود على فعلها وحده بدون أن يحرك رأسه ويجب على المعلم الماهر أن يلتفت الى مثل هذا الاختلاف العظيم

هذا ولا ينبغي أن يعتقد أن الغرض من الانتظام والاتحاد في التعليم العسكرية انما هو الزينة والتخربل الغرض من ذلك هو ما يترتب عليه من النتائج النفيسة والفوائد المهمة وهو تعود العسكري على انتظام جميع حركاته واجرائها على صوت رئيسه واصوات الآلات الحربية وبالانتظام المذكور يصير ايضا بعض اعضائه متعوده على قبول تأثيرات الاصوات فيكون بذلك قابلا للغيرة والحمية بمجرد سماعها اذا اقتضى الحال تحصيل نتيجة مهمة او عملية جسيمة فن ثم كانت الاهالي المتقدمة اذا عن لها أن تكمل الفن العسكري او تشرع في تعلمه تدخل الانتظام في جميع الحركات العسكرية وترعى الهندسة في الصفوف والاتجاهات فتفوق بذلك على الاهالي الغير المتقدمة ويحصل لها به من الفائدة والرجحان عليهم ما هو اعظم من فائدة كثرة الاسلحة لان هؤلاء المتبررين انما يرجحون على المتقدمين بالشدة وشراسة الاخلاق والاستكفاف عن مكابدة الاشياء وتحمل مشاق معاناتها ولا انتظام الحركات فوائده كثيرة في الاشغال المدنية والاعمال الاهلية فن فوائده في صناعة الحدادين مثلا أنهم اذا اجتمعوا لدق قطعة من الحديد على السندان ودقوها بالطريقة مع غاية الانتظام دقا محكما مضبوطة لم تكن فائدة ذلك مقصورة على عدم ملاقة الطرقة للسندان ومنع ما يترتب على ذلك من المضارب فأنه ايضا خفة العمل

وقلة المعاناة

فاذا كان لانسان صنعة يلزم لها حركة واحدة متكررة دائماً فانه يجعل لهذه الحركة مدة محدودة لا تتغير ويرى في ذلك فائدة بين احدهما انه لا يصرف من قوته في تلك المدة المعينة الا مقدار معلوما بحيث يمكنه استرجاع ما تقدم منها في قدر تلك المدة * والفائدة الثانية وان كانت دون الاولى في الوضوح والامتيار الا انها جديرة بمساواتها في نوع من الدفعات الدورية ~~تكتسب~~ الحواس من تكرر الحركة تكرر منتظماً بمعنى أن الحواس تعود بذلك على هذه الحركة المتكررة المتوالية مع السهولة العجيبة والسرعة التي يتوصل بها الى عدة نتائج غريبة وبما ذكرناه تظهر ثمره تقسيم الاشغال لاجل اجراء عمليات الصناعة (كما سيأتى في الدرس الرابع)

والانسان من مبدأ صغيره يدرك تكرر الحركات المتساوية ويميل الى ذلك بطبعه فلذا كان يسهل تعود الحواس على هذا التكرار بدون كبير معاناة فتجد كل كلمة من الكلمات الاولى التي ينطق بها الطفل مركبة من جزئين متشابهين ويسهل عليه أن ينطق بها مركبة أكثر من نقطه بها مفردة

واذا اريد حفظ الاطفال وادخال السرور عليهم صنع لهم حركات سريعة منتظمة فبذلك يظهر اثر السرور على وجوههم وايدهم وارجلهم بل ينشأ عن هذه الحركات المتساوية المتكررة ما يظهر اثره على الجسم بتمامه

وهناك نوع آخر في جلب الحظ الى الاطفال وهو أن تصنع لهم حركات طويلة لطيفة موزونة تتناسب بها الشدة المثبتة في اعضائهم ويلحقها الاسترخاء فيدركهم النوم باثر ذلك بمعنى أن اعضاءهم تتمتع بالراحة التامة الناشئة عن هذه الحركات الموزونة البطيئة

ومثل هذه الطرق تستعمل في كثير من التيارات ليحصل الحظ والفتور او الانجذاب والميل الكلي - او جلب السنة والنعاس فعلى ذلك لا مانع أن يقال انه يتولد عن الشعر كثير من النتائج الميكانيكية التي من هذا القبيل ولا مانع ايضاً أن قانون الحركة تدخل في ضبط كثير من كلمات الفصاحة المستعملة

في تحسين الكلام الآن هذا ليس محل إرادته وبيانه
وحيث ان ما اوردها هنالم تعرض فيه الا لذكر نتائج الحركة قطبتي
علينا بيان اسباب التأثيرات المختلفة في السرعة والنتائج المذكورة ادلو
اقتصرنا على ما ذكرناه لفا تامة معرفة تلك الاسباب فلا يدري مثلا ما السبب
في كون الانسان يسرع السيرة هرا عنه عند سماع ما يهوله ويمشى الهوى بل عند
سماع الفروع الموزونة من الموسيقى

وشاهد ذلك ما وقع لي في هذا المعنى وهو اني كنت اذا اشتغلت بالكتابة ومترى
من تحت شبائيلك المحل احدا لا لاجبة الذين يمزون في الطرق اري حركات القلم
تأني على ضربات الموسيقى مع الوزن والانتظام على حسب ما يطرق آداني من
انغامها وطرب الحانها

والواقع اننا الى الآن لم نعرف سبب هذه الحوادث المؤثرة بطريق الجاذبية
وانما نذكر هنا نتيجة تجربة يعرف بها ان هذا السبب ميكانيكي محض
فنقول

انه قد وقع للمعلم بريغويت وغيره من مشاهير الساعاتية انهم وضعوا على
مستوى واحد مر من ساعتين من ذوات التواني او ساعتين من ساعات قياس
الزمن فوجدوا في سرعة حركاتهم بعض اختلاف يسير حيث رأوا أن
الساعة التي هي اسرع حركتها من الاخرى تتأخر وأن البطيئة تتقدم وانهما
يتهيان معافي السير مع أن كل واحدة منهما منفردة عن الاخرى في علبة لا
تعلق لحركتها بحركة الثانية

وما ذكرناه من المقارنة في شأن التأثيرات الواقعة على الانسان وفي شأن
حركة عده من الساعات ليس حاصلها بطريق الصدفة والاتفاق بل تتأثر الاعضاء
حقيقة بتأثير الاصوات الغريبة التي تضطرب بها بأن يجعلها موافقة لها
في حركاتها سرعة وبطأ ومن هنا النتائج المعروفة التي تحددها فينا الاسكات
المتحدة في الصوت

فاذا اخذت طرمبطة وشددت اوتارها شدا جيدا وضربت عليها ضربات

متوالية متساوية سريعة وفصلت بينها فاصلا هينا جدا بضربات سريعة واخرى قوية امكنت بهذه الطريقة منع القرقة العسكرية عن سرعة السير والهجوم على العدو

وتفعل عكس ذلك في صورة ما اذا اردت ضعف صوتها بأن ترخي اوتارها وتغطيها بغطاء منظره مخزن بضعف صوت حركاتها زيادة على الضعف الناشئ من ارخاء اوتارها فتسمع لها صوتا منخفضا غير متواصل يعقبه السكوت ثم تضربها بعد ذلك ضربة واحدة يعقبها السكوت ايضا ثم تضربها ضربة هينة يسمع لها صوت ضعيف وبذلك تغتر حركة الاعضاء وتولد الحزن في النفوس ويحصل تذكار الجناز

وقد استنبطنا هذين المثالين من جاذبية السمع وتحريك الاجسام الزائنة التي يسمع لها دوى وصوت في الهواء

ومن هذا القبيل الناقوس فانه يتولد عن ضربه مثل هذه النتيجة ايضا فاذا كانت ضرباته خفيفة بطيئة دلت على موت الانسان من مسافة بعيدة بخلاف ما اذا كانت مختلفة سريعة فانها تدل على ولادة مولود او عمل موسم او عيد وكذلك الساعة الدقاقة في صورة ما اذا كانت ضرباتها متساوية متواصلة شديدة سريعة فانها في هذه الصورة تؤثر في النفوس ما يزيد بالتدريج ويقوى شيئا حتى يكسبها انبعاثا واندفاعا الى محل به حريق او قتل او نحو ذلك فتنتج الساعة في الصورة المذكورة كنتيجة الناقوس في صورة جماع ضرباته من مسافة بعيدة

ثم ان بقية الحيوانات بهذه المثابة من حيث قبولها لهذه التأثيرات وانبعاثها بها الى ما تجذبها اليه فان صوت البوق او النفر يغري الكلاب على الصيد والذليل على الهجوم في المعركة اذ حركة السير القوية السريعة تسرى سرعتها في جياذ الذليل وتدفعها الى خطر المهالك قهر اغناها وقد تحدث الطرمبطة الحربية في الانسان قوة عظيمة تقضي به الى الحمل على العدو وواقتهام خطر الالتحام ولم تسلك الى الآن الاعلى الاصوات من حيث سرعتها وما يتولد عن هذه

السرعة من النتائج وبقى علينا أن نتكلم عليهما من حيث ما يتولد عن قوتها من النتائج كبيرة كانت تلك القوة أو صغيرة فنقول

قد ثبت بالتجربة أن انغماس الجسم الزنان تكسب الاذن طر يا يختلف قلة وكثرة على حسب بعد هذا الجسم عنها وقربه منها * ومتى عرفنا صوت الاجسام الزانة عرفنا بواسطة السمع ما يبتنا وبين هذا الصوت من المسافة * فاذن هذه الحاسة التي كانت قبل ذلك آلة ليجرد قياس الزمن صارت الآن آلة لقياس الزمن والامتداد معا * وربما نابت عن حاسي البصر والشم

وذلك أن العميان لما تعذر عليهم قياس المسافات البعيدة ومعرفة مقاديرها لفقد حاسة البصر منهم اضطروا الى السعي فيما يكون به احتكالم حاسة السمع فتجسروا في ذلك تجاسا عظيما وترتب على سعيهم نتائج عجيبة وفوائد غريبة قد صارت اجماعهم في اقرب وقت آلة لقياس الامتداد ولوسائل مسلكهم من له حاسة البصر في الاجتهاد وبذل الوسع والمقاولة بين الاصوات ومزيد الالتفات والاتباه لاستكملت فيه حاسة السمع مثلهم وبلغ في قوتها درجتهم

وقد احسن ارباب الفنون المستظرفة استعمال خاصية الاصوات التي هي عبارة عما يستدل به على قرب صاحب الصوت المسموع من السامع او بعده عنه * واستخراج الاصوات الخفية العسرة الادراك من الافواه والالات له سبب يقتضيه وموجب يستدعيه اذ تكرر هذه الاصوات وعظمتها وغلظها شيئا فشيئا وبسببها تؤدي الى الغرض المقصود من اهوية المويستي والجانها * وثم فائدة اخرى وهي معرفة السامع المسافة التي بينه وبين اشياء في التيات لم يكن يبصرها بجيش واحتقال كبير او زفاف او نحو ذلك

واعظم الاهوية المعروفة هو ما اخترعه بعض مشاهير ارباب المويستي في عصرنا هذا وهو عبارة عن تطويل النغمات على التدرج بأن يمد صوته مقاما بعد مقام متدا عظيما مع فواصل دقيقة وعلامات لطيفة تؤثر في النفوس بالتدرج تأثيرا عظيما في المحافل الكبيرة وهذا التأثير هو ما يعرف بثورة النفس

وهذه العلامات المنتظمة سواء كانت مرتفعة او منخفضة ليست مقصورة على بيان المسافات والحركات الطبيعية بل تحدث في النفوس تأثيرا يزيد او ينقص به على التدرج ما هي عليه من فرح او حزن او قوة او ضعف او شجاعة او جبن وكذلك اغلب الشهوات النفسانية

وعظماء الخطباء والشعراء ومهرة ارباب الفنون الذين يأتون بالعبارات المنتظمة المقرحة او المحزنة يعرفون حق المعرفة رموز الحركات سواء كانت سريعة سرعة تدرجية او بطيئة كذلك * ويعرفون ايضا طريق وضعها في تأليفهم ونقلها الى اقوالهم على وجه بحيث يكون لها تأثير في النفوس

فترى الخطيب حين يأتي بادلته وبراهينه مرتبة على مقتضى قانون القوة بحيث يكون لذلك موقع في النفس يؤثر فيه اشيا فشيئا يعبر عما استحضره من التصورات والمعاني التي تجذب اليها النفوس بعبارات يسلك فيها بالتدرج مسلك السرعة والحاسة فيكون لهذه الامور الثلاثة المؤتلفة التي لا تخرج عن سرعة الكلام وقوة الاصوات وحركة النفس المتزايدة بالتدرج تأثير في نفس السامع وجوارحه بطرق ثلاث مختلفة كل واحدة منها تزيد في قوة الآخرين

وفي صورة العكس وهي ما اذا اريد الانتقال من قوة التأثير والاحساس والنزول من درجة ذلك الى درجة التصورات المحزنة والاتفات السوداوية ينخفض الخطيب صوته شيئا فشيئا حتى يصير خواص الصوت وعلاماته مدغمة غير متميزة ومتراخية غير متواصلة بحيث يشق على نفس السامع قبول تلك التأثيرات الجديدة القابضة التي يحاول الخطيب القاءها في ذهنه واثباتها في نفسه .

ثم ان الاصوات التي تميز بحاسة السمع هي كاشعة الضوء بالنسبة لحاسة البصر من حيث تفاوتها في اصلها وقوتها وليس اختلاف الصوت قوة وضعفها مقصورا على الصوت الواحد قط بل قد تختلف الاصوات المتعددة وتتغير عن اصلها بالقوة والضعف * وقد حصر ارباب الموسيقى ما ينبغي اجماعه من الاصوات في عدد قليل يبلغ ثمانين ونيفا كلها على نسب مختلفة فاذا اجمعوا جميع تلك الاصوات وجد السامع منها ما يكون النغم فيه واحد لا يختلف ومنها ما يختلف

نغمه وطوره قلة وكثرة ومنها ما اذا تواقعت انغامه اضر بانفس السامعين
وقد اطلوا هذا النوع الاخير من الحان الموسيقى
ولما كان الانسان باصل الفطرة لا يعرف فن الموسيقى كان محتاجا الى تعويد
سمعه على قياس ارتفاع الاصوات وقوتها ومدتها قبل أن يحكم بشئ في شأن
الحان الموسيقى ولتسكلم على هذا الغرض فنقول

حيث ان صوت الطرمبسة او الناقوس له في النفوس تأثير عظيم فصوت
الموسيقى في ذلك من باب اولي لاحتوائها على عدة كبيرة من الآلات
المتنوعة من كل آلة لطيفة تستعذبها الاذواق وتجذب الى سماعها النفوس
والآلة مزججة تجمعها الاسماع وتقر منها الطباع والآلة ندية الصوت مألوفة واخرى
ثقيلة النغم بالشدة موصوفة

وبالجملة فالموسيقى لها تأثير عظيم عند احصاء الذوق السليم والحواس
المستكملة والافطار الجنوبية تفضل في هذا المعنى الافطار الشمالية ومن هنا
ما يوجد في تواريخ اليونان من النتائج العجيبة المترتبة على التثام الاصوات
وانظامها وكذلك ما يرى الآن عند الايطاليين من الحمية والحجاسة في خطباتهم
وشعرائهم حيث يسلكون في خطباتهم ووعظهم وانشيدهم الطريقة
الحجاسية التي يكون لها في قلوب العساكر وقع عظيم يحملهم على اتمام الاخطار
حتى يصلوا الى قلعة العدو ويتوجوا بازهار شجر الغار حسبما جرت به العادة
عندهم قديما من أن الملك يتوج بتلك الازهار من حاز على العدو ونخر الانتصار
من فحول الرجال والعساكر الابطال

فاذن ما يوجد في لغات اهل الجنوب من انتظام الاصوات وتنوع الحان
ينبغي نسبته الى رقة المخارج ولطف الاعضاء بخلاف لغات اهل الشمال فان
ما فيها من الاصوات اليابسة الخارجة من الحلقوم او من بين الاسنان
يظهراته انما خلق كذلك ليناسب الاعضاء الصلبة اليابسة بسبب برد الافطار
الشمالية

وعلى كل فخارحة اللسان وحاسة السمع وان كانتا من القوى الحادثة بمحض

خلق الله تعالى الاله يمكن اصلاحهما وتحسين عملياتهما بواسطة الصناعة البشرية ولو اختلفا في الناس لاختلاف الاقطار اختلافا كثيرا او قليلا فاذا تتبعنا حاسة السمع بالتعويد والممارسة المقبولة مع غاية الاعتناء وجدنا فيها من التقدم والاستكمال نظير ما نجد في حاسة البصر وهذا القياس الحاصل بين المتقدمين له منفعة عظيمة في حذذاته ويدل ايضا على صدق ملحوظاتنا الاولى وصحة نتائجها النافعة

وذلك ان حاسة السمع متى استكملت عندامة من الامم عرفت بها ما يوجد من التفاوت بين الاصوات ذات المخارج اى الالفاظ والمحاطبات ومتى تقدمت هذه الامة في الفنون والآداب صارت تلك الحاسة عندها بمثابة آلة مضبوطة للقياس بل هذه الحاسة تستكمل في الشخص الواحد بحسن التربية وبحسب ما يكون عليه من الاحوال وقد توغل اليونان في هذا الفن الذي به تكتسب حاسة السمع قوة واقدارا على ادراك الاشارات الدقيقة من مسافات بعيدة وفاقوا في ذلك غيرهم من الامم حتى انهم كانوا اذا سمعوا صوتا ساذجيا عرفوا منه انقاما ومقامات لا يسعنا معرفتها من الاغاني المعروفة بعلاماتها وكانوا لفصاحتهم لهم في فن الموسيقى تنوعات كثيرة عجيبة وحسن انغام مطربة غريبة وسبب ذلك انهم كانوا يعلمون اولادهم من صغرهم ويعودونهم على جعل كلماتهم آتية على طبق وحدة القياس الثابتة المحدودة حيث كانوا يعودونهم من مبدء امرهم على الانتظام في الكلمات والمحاطبات كما ان الفريج الان يعلمون اولادهم الانتظام في الاغاني على مقتضى الحان الموسيقى

وينبغي ان يكون منشأ ما اشتملت عليه لغتهم من الحسن التي يستحسنها الاجانب وتأخذ بجماع البايهم انما هو اقامهم بشأن المعارف واعتناؤهم بمطالعها وذلك ان اللغات في الغالب تكون في مبدء امرها خشنة فان الالفاظ التي تتركب منها الكلمات تكون وخشية غير مألوفا وكذلك الكلام المتركب من الكلمات يكون ولا خشنيا خاليا عن المحسنات وحسن الانتظام وكل لغة تبقى على هذه الحالة الاولى مدة طويلة حتى ياتي لها عصر مناسب تكتسب فيه

حواس السمع عند المؤلفين وارباب الكتابة والانشاء في اقرب مدة لطافة ورقة جديدة تعرض لهم على حين غفلة حتى ان ما كانوا يستحسنونه من الاصوات المفردة او المركبة يصير عندهم من اذكرها واقبحها فيمعونه من ناليفهم ويميلونه في مخاطباتهم فعند ذلك تعجب الالهالي من هذا الاتقان العظيم والانتظام الغريب الذي ظهر لهم من هؤلاء المؤلفين والكتاب ارباب القرائح الجيدة فكأنه بهذه الطريقة حدث فيهم حاسة جديدة ومدركة قوية انتشرت بينهم واستكملت بها اعضاؤهم وجوارحهم حتى كأن لسانهم كان ينتظر هذا الزمن ليتقدم فيه ويبلغ درجة كمال

ولامانع أن يقال ان مثل هذا التقدم الجديد لم يبلغ درجة كمال الا عند الرومانيين فان هذه الامة كانت اولاً قبيحة متبربرة وكانت مسامعهم خشنة كعوايدهم ولغتهم وحشية جافية كطبائعهم ولم يزلوا كذلك الى المخطاط دولة قرطاجة فلما اتول اعيانهم وتمكن الصلح في بلادهم ركنوا الى الدعة والبطالة ثم خلف هؤلاء المشاهير في اقرب مدة كتاب من الالهالي اخذوا عن اليونان الذين استكملت فيهم حاسة السمع ما توشحت بمحاسنه اللغة اللاطينية من الاتقان الذي لم يكن معروفا عندهم الى ذلك العصر وما زال ذلك متداولاً بينهم من تيرانية الى بلوثة ومن ورجيل الى انيوس ومن الخطباء العظام الى قيقرون وقل أن مضت مدة خالية عن هذا التحسين والاتقان بل كان جل اجتهادهم فيما تفضل هؤلاء المشاهير من الازمان انما هو في تحسين اللغة وتهذيبها والامة الرومانية بأسرها نسجت على منوالهم في هذا التقدم السريع المنتشر

ولم يكن استكمال الحواس بالنسبة الى اللغة الفرنسية دون ذلك في السرعة والانتشار والعيوب التي كانت قديماً في لغة الفرنسية ومكنت مدة طويلة بدون اصلاح ولا تحسين لم تستقلها اسماع اسلافهم ولم تجعها طبائعهم الخشنة ولم تزل كذلك الى ايام لويز الرابع عشر وبالجملة فالشاعر ماليرب هو اول من اتقن في فرنسا الاوزان الشعرية واصلمها

فظهر وقتئذ أن حاسة السمع امتنعت من تفتتها وافاقت من غمرتها ونشأ
بمملكة فرانسوا الذوق السليم والادراك الصحيح في أيام كورنيل الشهير
الذي لم تزل أوائل كتبه فيها خشونة اللغة بخلاف تأليفه المتأخرة فإنها اسفرت
عن قواعد وملح تميل اليها الحواس والعقول معا ولكن الشاعر راسين غوغل
في هذا الفن العظيم الذي من خواصه تحريك الحواس وتهيجها بالاصوات
المؤتلفة والالحان المتواقة التي تجذب اليها النفس بما تحده فيها من المطربات
وملح التضيلات

ثم ان محاسن اللغة المدونة في الكتب كانت موجودة قبل استكمال اللغة المعتادة
المتداولة على الالسنه بمتة طويلة كما أن فن التعبير عما في النفس في الجماع
الحافلة والخطابة على المنابر والتكلم في جمع المحامين بما كرم القضاء وفي التيارات
الكبيرة مكث في التوحش والخشونة بعد ظهور محاسن الفصاحة والشعر
بمتة تزيد على قرن

وقصارى الامر أن جماعة من الخطباء المشهورين وارباب الالعب الماهرين
وصلوا بفن التكلم في الجماع العامة الى اقصى الدرجات وتركوا الخطب
المذهبية (اي التي يبين فيها الخطيب مذهبه في الفصاحة بجماعة مخصوصة)
ولما كان هؤلاء الخطباء يترجون عما في الضمير لزمهم أن يتعلوا تنوعات
الاصوات ومقاماتها الطبيعية حتى يعبروا في كلامهم عما يقوم بالنفوس من
الوجدانيات والاغراض النفسية فوصلوا بقوة هذا الفن الى اعظم عبارة تلايم
الطبع وتاسب ما في النفس وعودوا الاهالي على ادراك هذه العبارات
البسيطة وقبولها بحيث لو سمعوا الآن كلام خطباء القرنين الماضيين الذين
كانوا يأتون في خطبهم بما يلائم اهل عصرهم من المسار والخطوط النفسية
لمحبه اسماعهم وقررت منهم طباعهم بل ربما رأوا أن هذه اللغة انما هي من لغات
الامم الخشنة المتبربرة مع انها كانت لسان اعظم خطبائهم الذين كانوا اذ ذاك
بمنزلة عظماء مؤلفي هذا العصر ومن ذا الذي كان يظن أن هذه اللغة يلزم
لهذهها وتحسينها مائة وخمسون سنة حتى ظهرت محاسنها وصارت لغة بدعية

بحسب حيث وضعها الرباب القرائح الفاتحة والأذهان الزاخرة فله درهم من رجال
استحقوا المدح الجزيل والثناء الجليل بسلامة أذواقهم وجودة قرائحهم
وقد أسلفنا لك أن الإنسان في صورة ما إذا تعسرت عليه الرؤية بحاسة البصر
يبدل وسعه في الأصغاء بحاسة السمع ليدرك الأصوات البعيدة ومقامات
الآلحان الدقيقة ومن هذا القبيل العميان الذين يعودون قوة سمعهم على
إدراك أنواع الدوى والغناء ومعرفة جميع الأصوات التي تطهر فيها حولهم
ولهذا الأصغاء منفعة عظيمة وهي عدم انقطاعه بتعطّل حاسة البصر وبعبارة
ذلك قد يحصل أحياناً أن من تعودت حواسه الحسنة على وظائفها يدرك ببصره
كيفما اتفق منظر الأجسام وتبقى بقية حواسه معطلة بحيث لا يسمع ما يقال
حوله ولا يشم الروائح العطرية التي يتكيف بها الهواء بل ولا يحس باللمس
وهذا هو منشأ ما يستعمله مؤلفوا قطع التيارات والألعاب من الأمور
السرية مفرحة كانت أو محزنة ولكن لأجل أن تكون هذه الأمور موافقة
لمقتضى الطبيعة يلزم الناظر المتفرج أن يرى في الحاضرين الذين لا يلزم لهم
سماعها اشتغالا عنها بأمور خارجية أو بتفكرات نفسية حتى لا يسمعا
ما يقع حولهم من الأصوات المرتفعة جداً بحيث تسمع في المحافل الكبيرة
وقد تكون هذه الأمور السرية بتلك المثابة بالنسبة إلى حاسة البصر أيضاً
وذلك إذا اشتد الأصغاء والقاء السمع بالكلية كما إذا سمعت كلاماً قصصياً خذ
لقصصاته بالآليات ويستميل القلوب إليه فإن حاسة البصر في هذه الحالة
لا توصل إلى العقل شيئاً من وظائفها بل ربما يذهل السامع عن ذات المتكلم
نفسه بأن ينسى شخصه وتقاطيعه وحركانه ولا يلتفت إلا إلى مجرى كلامه
وفي دائرة الجمعية المنحصرة الضيقة يكون تأثير من الكلام أقل فاعلية
مما إذا كان في دائرة جمعية متسعة ومع ذلك قد يرى فيها أناس يجيدون الكلام
إجادة تحدث في النفس تأثراً بما ينبعث منها بواسطة حاسة السمع من الانبساط
والمسرة بحيث ينسى ما ذلك ما تنفر منها الحواس الأخرى وتجمعه
ومن أهم المعارف بالنسبة إلى نافع الحواس وانهمالك النفس مرة بعد أخرى

بحسب ما تقتضيه ارادة صاحبها على الاحساسات الجزئية اى احساس حاسة
البصر وحدها وحاسة السمع وحدها او احساس كل واحدة من الحواس على
حدتها وكذلك تعود بجهة منها على أن تحس بعدة محسوسات في ان واحد
وتوصلها الى العقل فيحكم عليها ويميز بين اصلها وتائجها وبذلك يصير العقل
مدركا لجميع ما يصل اليه من المعارف على اختلاف انواعها ويمكنه بواسطة
احدى الحواس أن يدرك ما تقع فيه من الخطاء الناشئ عن ضعف حاسة اخرى *
مثلا اذا تأثر انسان من سماع صوت تأثرا شديدا فانه يجتهد في كونه يعرف من
تقاطع صاحب هذا الصوت الذي افزعته ما اوجب حيشته وهيبته من الاسباب
التي لا يمكن له علمها من الصوت الذي ازججه

وكذلك صورة العكس وهي ما اذا ابصر الانسان خطيبا يترامى منه المهابة
والخاسة وتنجذب اليه النوم فانه يبادر بالالتفات اليه ليسمعه مع الاصغاء
التام ولكن ربما ضاع هذا السعي سدى لان فحشاء الخطباء ومهرة اللامعين هم
الذين يلقون الينا ما تأثر به نفوسنا من الامور العظيمة المتنوعة وان كانوا
نارة يرى شخصهم ولا يسمع صوتهم ونارة بالعكس

وقليل من الناس الذين يمارسون الفنون والصنائع من يستعمل قواه العقلية
فيستولى على العقول بفصاحته ويحجب السامعين بقوة عارضته ويستميل
اليه القلوب بتأثير عبارته بخلاف ما يلبق بالانسان النافع لوطنه العارف بجلالة
نفعه من الكلام المعتاد المتداول على اللسان والمنظر الجامع بين السذاجة
الثابتة وكونه جليلا غير متكلف يقضى باستئمان صاحبه والوفوق به فان ذلك
يشتمل من حاسة الخطاب وجمعة النظر والهيبة والوقار على ما يوجب احترامه
واحترام وظيفته ايجابا اكيدا بحيث لو اخل به احد عذ ذلك منه خطأ كبيرا
يستحق عليه العقوبة فهذه الصفة الشريفة هي اللائقة بحال من يعانى الفنون
والصنائع اذ بها يلغى في اى جهة كانت ماله الحق فيه بين الجمعية من الدرجات
السامية والرتب العالية

وهناك طريقة اخرى في هذا المعنى تلايم رؤساء القبريات والورش بحيث

لونسجوا على منوالها في مخاطباتهم لاطاعتهم من تحت ايديهم من الصنابية واحترموهم وتلقوا ما يقولونه بالقبول فانك في اغلب الاوقات ترى رؤساء القبريقات بفرانسا صغيرة كانت او كبيرة يتشاجرون مع الصنابية كثيرا ويسبونهم ويطيئون معهم الكلام من غير أن يصادف محلا ولا يقرب عليه فائدة بل ربما جرهم ذلك من الهزل الى الجد وأنضى بهم الى مجاوزة الحد في السب والفحش فيسمع لهم صخب وصياح شديد لاداعي اليه الا اسباب واهية ومقتضيات هينة فالأوفق حينئذ بالحكومة المضبوطة ذات القوانين المعقولة والاصول المقبولة أن تكون الاوامر في جميع اشغال الصناعة بسيطة واضحة موجزة العبارة يجتنب فيها التطويل الا بقدر الحاجة وبالجملة فلا ينبغي للرئيس أن يغضب او يصيح او يسب او يؤذي الصنابية لاسما بالضرب فان الضرب يجرد المضروب عن صفة الانسانية ويفضي به الى الاحتقار والهوان بل الواجب عليه أن يبين للصناتعي عيبه ويوقفه على حقيقة ذنبه ويعينه ما يستحقه على ذلك من العقوبة ولوشديدة فان ذلك أدعى لعدم خضوعه وابعاد تشكيه وتظلمه فان عفائه الرئيس بعد ذلك تضاعفت عند الصنابعي معزته وعظمت منزلته حيث صفح عن زلته وعدل عن اساءته وعقوبته فهذا هو ما يسمى عندى بيلاعة الصناعة حيث يتدارك به ما يقع من الخلل وينمغ من الحقد والغيط بل يبعث الصنابية على محبة الرئيس والاعتقاد اليه ومتى رأى الصنابية رئيسهم وكلامه لا يكلمون الا عند الحاجة تاسوا بهم ونسجوا على منوالهم فيترتب على ذلك في القبريقات حصول الصمت التام والتفان كل انسان الى شغله والتفرغ اليه بالكلية بحيث لا يشتغل بغيره ولا تتعلق آماله الا به فينشأ عن تفرغ الذهن واعمال الفكرة في اشغال الصناعة اتقانها وكمالها وعدم استغراقها من الزمن مدة طويلة وبهذه الطريقة تتقدم الفنون بالسرعة ويكثر الشغل مع الاتقان لكن في القبريقات والمعامل التي ليست كسوق القواكه الذي هو اشبه شيء يصرح بابل في تبليل اللسان وتنافر الاصوات

ولم ار أعجب في هذا المعنى مما وجدته في معامل الصناعة بانكثرة فاني دخلت جميع معاملها الالهية وترساتها الملكية وعماراتها البحرية العسكرية والتجارية فوجدت الصناعات بها على غاية من الهدوء والصمت ورايتهم متفرغين بالكلية لاشغالهم حتى انهم لا يلتفتون الى من يزورهم ولهذا الصمت فائدتان الوفرة في الفنون الداخلية والنصرة في الفنون العسكرية

وذلك أن الجيوش التي تتعلم مع غاية الهدوء والصمت تصغي كل الاصغاء لنداء التعليم وتلازم الهدوء في جميع حركاتها وتكون رئيسة نفسها ومعلمة ذلك تطهر اتم الظهور في الحروب البحرية فان القتال في السفن هو اكبر الصناعة واعظمها لانه يلزم لادارة السفينة في البحر وتشغيلها وقت هبوب عواصف الريح واهوال البحر وخطار هجمة من العمليات الميكانيكية الدقيقة الصعبة وكذلك اذا احتاجت لاصلاح ما عرض لها من الخلل وقت اطلاق نار العدو عليها فانها تحتاج لهذه العمليات ولا يمكن اجرا مثل هذه الاشغال مع السرعة والانتظام الا بواسطة الصمت والهدوء ولا مانع من ذكر وقائع بحرية اتصرف فيها من الامم من هو اشد صمتا من غيره ببلادته للصمت وبماسلكه من الطرق التي حافظ عليها في خلال الاخطار ومكابدة الاهوال

وكثير من الملل من هو متعود بالطبع على الصمت اكثر من غيره كأمم الاقطار الباردة من الولايات الشمالية فتجد اهلها الى جنوب فرنسا اكثر كلاما من سكان المركز كما أن سكان المركز اكثر كلاما من سكان الشمال

واهل فلندرة الفرنسية يحصل الصمت عندهم بأدنى اشارة وكذلك النورمنديون والبروتونيون الا انه لا بد في تحصيله عندهم من نوع تعب ومشقة بخلاف الغسقونية واللغودية فليال الانسان منهم السكون والصمت الا اذا كان يمكن من التحيل والمهارة العجيبة واما اهل اقليم برونسة فتحتاج الحيلة في اسكانهم بعد من المعجزات وقد عاينت ذلك بنفسي في الشغالة العسكرية الذين وجدتهم في شمال فرنسا وجنوبها

هذا الذي اقول انه لا يسعني أن امنع الغناء في القهريقات والاشغال كما منعت

فيها كثرة النقط والكلام

وذلك لان ما أسلفناه من الوزن والقياس يسهل على الانسان مشقة الشغل ويخفف عليه ثقل الحرب وصعوبة السير وشاهد ذلك أن العسكري اذا مشى على حركات صوت الطرمبسة او المويسقي سهلت عليه الطريق واذا كان في الحرب وسمع صوت الآلات الحربية ازدادت حيبته وقوى نشاطه وحمته وكذلك الحراث الذي يحراث الارض بحراثه تسهل عليه صعوبة اشغاله اذا مشى على حركات غنائه واوزان ترغماته والملاح يسلي اصحابه من الملاحين بالغناء فتذهب عنهم السآمة بسماع غنائه وبه تسهل عليه اشغاله الجبرية وكذلك الصانع الميكانيكي فانه بالغناء والترنم يحاول اخفاء مشقة الحركات المتتالية المستمرة التي تستدعيها صناعته فالالحان ولو كانت خشنة قبيحة الترنم جدا توثق اقرب الحواس من مركز الاحساس رياضة تستميل العقل وتجذب حركات النفس الى الآلة التي عليها مدار شغل الصانع حتى تكون عظامه وجوارحه في ذلك الشغل بمثابة عتلات وحبال لانها به لها لينتج عن عمله محصولات واحدة وكل شغل يستدعي اجتماع عدة شغالات فلا بد أن يقضى فيه احدهم بغناء موزون يسمعه الباقي حتى تزداد قواهم وحميتهم ويوفوا بشغلهم مع السرعة بدون سآمة ومن هنا كان مدار اشغال الفنون والصناعات على المويسقي حتى ان القدماء الذين كانوا يمينون حقائق الاشياء باشارات وعلامات تدل عليها قالوا ان الاجرار التي كان يبنى بها سور مدينة طيبة كانت ترفع وتوضع في محلها عند ترنم انقيون بالاغانى والالحان حيث كانت مطربات صوته الحسن تسهل في هذه العمارة الكبيرة على الشغالة ما كانوا يكابدونه من المشقة ومعاناة العمل

ولما بينا تأثير الكلام وتقدماته الناشئة عن استكمال حاسة السمع ناسب أن نرد في ذلك بالكلام على التقدّمات الحاصلة عن الغناء والمويسقي وبيان تأثيرهما في طبيعة الشغالة وطبائع الامم فنقول

ان القدماء كانوا يقصدون بتعليم اولادهم فن المويسقي تهذيب اخلاقهم التي ربما كانت تكتسب الخشونة واليبس من رياضاتهم البدنية الشديدة

فكانت الموسيقى احد اصول التمدن عندهم لما انها اخذت في الظهور على
الحوانات المهولة وذلك بانغمات عود اورقة ثم هذيت اخلاق اوائل سكان
اسدى ولايات الدنيا العظيمة وسهلت عليهم اشغالهم وزادت مساهمهم
وخطوطهم وبواسطة العود المذكور تطبقت عليها اشعارهم بالتطمين وحسن
التوقيع وصارت بها اعيادهم ومواسمهم تأخذ بالالباب وتبدى من انواع
خالص الطرب العجب العجيب

هذا ولا مانع أن الامة الفرنسية ولو حاولت هذا الفن ومارسته حتى بلغت
فيه ولو درجة متوسطة لم يكن هنالك من الامم المتقدمة من يصاهيها في تقدماتها
في ذلك اويديا فيها في سلوك تلك المسالك وليس عدم التفاتهم الى الموسيقى
قصورا منهم اذ فيهم من ارباب الفنون والصناعات الماهرين من يطربهم بحسن
انغامه وانشاده عليهم اشعار السيب وما في معناها ومنهم من يشرحيتهم بأشعار
الحماسة ونحوها وفيهم من يتأثر طربا بسماع الاغاني والالخان واقل من أدخل
عندهم فن الموسيقى هو شرمانيا وبعد ذلك برنين لما اجتمع الفرنسيون
والنورمندية وأرادوا التغلب على انكلترا ساروا الى قتل العدو في الغزوة
التي اتصروا فيها على الانكليز وانشيد الحماسة تقودهم حيث كانت تشد
أمامهم قصيدة رولاند كما كان عليه اسلافهم الاقدمون ولم تزل ذرية هؤلاء
الابطال تتخذ وحذوهم في جميع الوقائع الشهيرة التي حصلت في الازمان
المخلدة اذ ذكر حيث وقع ذلك منهم وانما النصر واشعار الحماسة تشد

بين ايديهم

وبما ذكرناه لا ينبغي أن يظن بالفرنساوية أن عدم قبولهم لمثل تلك الموهبة
الالهية لا اختلال في بعض حواسهم بحيث تكون لا قابلية فيما يسمعون الاصوات
الخالصة من الموسيقى المحكمة ولا لا يسمعونها غيرهم اذ التجربة تقضي
ببطلان هذا الظن حيث انه يشاهد الآن انه يخرج من فرانس عدة مغنيات
ومغنين يميلون بالطبع الى ما هو جار في عصرنا هذا من اعتقادات الصبيان
واوهابهم وليس عليهم في الوصول الى درجة الاسطوانات الماهرين بالبلاد

التي وراء الجبال الآن يلقوا بأواخر اسمائهم احد حروف ثلاثة من حروف
لغتهم المتحركة وهي آ و أو و اى والاخيرا كثرها استعمالا في ذلك
فلو كان يمكن منع الاطفال الفرنسية من مبدء صغرهم عن سماع الاصوات
المختلة حتى يرتب لهم معلون يعلمونهم فن المويستى لغنوا على طبق اصول ذلك
الفن بدون احتياج الى كبير ممارسة لكنهم من حين ولادتهم تلاعبهم داداتهم
والمراضع ويغنين لهم باصوات واهوية تجمعا لسماع الكبار وتضرر منها كل
الاضرار فكيف بالرضعاء الغضة اجسامهم اللينة اعضاؤهم بل قد يسمعون
في كائنات مدن فرانس و حاراتها بل وفي تياتراتها من هو كل المراضع والدادات
في قبح الصوت ورداءة النغمة

واتما بلاد ايطاليا فالامر فيها بالعكس فان الاطفال من حين ولادتهم
لا يسمعون الا اصواتا لطيفة رقيقة تطبع في آذانهم حسن نغمة لسان كل مويستى
فلا يسمعون في الحارات والهياكل والتياترات الا اصواتا خاصة متناسبة
فبذلك تتربى فيهم حاسة السمع من نفسها بخلاف الاطفال الفرنسية فيلزم
لذلك فيهم أن ينسوا ما سمعوه حال صغرهم أولا من الاصوات المختلة ويحوا
من حافظتهم جميع ما انطبع فيهم من آثارها

ويلاحظ في هذا المعنى ايضا أن استكمال القوى البشرية متوارث وليس هذا
مقصورا على النوع البشرى بل هو عام في سائر الحيوانات فقد ثبت عند
الصيداين منذ مدة طويلة أن الكلاب الصغيرة المتعوده على الصيد أكثر
صلاحية من غيرها من الكلاب الصغيرة التي لم تتعود على الصيد ولا تتبع المصيد
وجلبه وكذلك صغار الحيوانات الوحشية تكون مثل كيارها في التوحش
فلو أخذت من مبدء صغرها وتربت مع حيوانات صغيرة من نوع الحيوانات
الوحشية الا أن اصولها كانت قد تربت في التأنس حتى صارت اهلية
لتطبع بطباع مختلطة بين الوحشية والاهلية لا توجد في الحيوانات التي
تربت معها كذلك الاطفال المتناسلة من أمة لم تتعود على الغناء الايسرا
يكونون في هذا الفن على أقل قليل من الضبط والسهولة

فهذا هو السبب في كون الفرنسية لا يمكنهم أن يغنوا مجتمعين أو منفردين إلا إذا مارسوا هذا الفن بالتعلم مدة طويلة بخلاف الايطالية والفرنسية فان عاصمتهم يعرفون ذلك حق المعرفة بدون احتياج الى موقف والذي أراه أن هذا العيب الذي يخص بالامة الفرنسية بالنسبة لغيرها من الامم يمكن ازالته في اقرب وقت وذلك بمنع الاكاديمية النقالة عن الضرب الابالات مضبوطة حتى يمكن بواسطة بعض دروس أن يتحصل ولومن العيان على شيء من الضبط والانتظام في فن الموسيقى الذي هو اقوى ما يؤثر في الاسماع المدركة للالمان ولا عبرة بمن لا يعرف من أول وهلة منفعة هذه الاهتمامات واهميتها كيف وهي مما تكسب الاخلاق حسنا ولطافة وتورثها بهجة وطرقة ويرد بها ارباب الفنون والصنائع في الحظ موارد راتقة وتذهب بهم من انبساط النفس الى مناهل عذبة سائغة تجامع رقة طباع ارباب الرغبة وتمازج لطف اهل المودة والمحبة فما أحق من لا يدرك منفعة هذا التغيير وطيب ثمرته وما جهل من لا يشعر بعظيم اهميته وحسن فائدته

ولنضم الكلام فيما يخص الذوق بالنسبة لفن الموسيقى عند الامم المتبررة والامم المتعدنة ببيان ما ثبت لهذا الفن من التقدم الشبيه بما اسلفناه في شأن الاشكال والالوان فتقول

انه لاجل الكلام على حاسة السمع عند الامم المتبررة وتشغيل قواهم الخشنية تقول انه يلزم لهم اصوات مزججة وغناء مهولة كصوت الصنج عند العثمانية وهو المعروف بالتقارية وصوت الطبل المعروف بالبلدى عند اهل افريقية قري الخشني منهم عند سماع اصوات هذه الطبول المزججة يقتض على العدو عند الهزيمة ويذبحه ويأخذ جثته ليهديها الى ساكنهم المطلق التصرف فيحملها اليه مع الشم والتعاطف فيقبلها منه احسن القبول واما الامم التي على شطر من التعدن فان الشعور ببعض الفنون المستطرقة عندها يجد ثمان في الشخص تأثرا وانفعالا بالاصوات التي لم تبلغ نهاية الخشونة والتنافر أما ترى أن من مارا القرية عند الكاليدونية ومن مارا البرونسية

الذي ليس له الا ثلاثة تقوي وطبل الباسكية هو ما اختاره هؤلاء الامم من الاسلحة وكذلك نوبة موميس فانها وان كانت اقل تأثيرا واخفض صوتا الا انها مألوقة مرغوبة فقد كانوا يعجبونها بمن يشد عليها المدائح من شعراء المدح ويحملون على جيوش الاعداء محلة منكرة بدون مبالاة ولا تدبر وفي اليوم الثاني حين يدعو الغالبون المغلوبين الى حضور موسم النصر لا تجدد عندهم الالهة التوبة فهي التي عليها المدار في مواد افراح النصر من الرقص والسباق والغناء والالعب التورنوازية ~~هه~~ كذا كانت اذواق اهل القرون الوسطى وحفظوهم

واما الامم الكاملة القنن التي كان فيها الانسان من مبدء صغره يتعود على صرف حياته فيما يقتضيه حب الوطن فلم تكن كذلك بل كان دأبها ملازمة الصمت وسكون الشجعان فلم يكن لجيوشهم القوية اللازمة للسكون طبق الاصول الا حركة الفكر والتدبير لا حركة الحمية الغضبية وكانوا يتوجون بالازهار كل من طلب من العساكر حياة الفخر ولو بالموت وكانوا يقربون القرايين العديدة للموز (وهم عند القدماء آلهة الآداب وكانوا تسعة) وكذلك للغراس (وهن صواحيبات الزهرة ويعنون بهن محاسن الحياة) ويشهرون على العدو أسلحتهم الممزومة بنصرتها وتوجيها بشجر الغار فكانوا لاجل منع الخشونة أن تغضى بهم الى الحمية والاختلال يسيرون الى القتال على نغم الاسلحة المطربة وهكذا شأن الابطال اذا أرادوا الظفر بالعدو يبدلون وسعهم حتى لا تغلب عليهم الحمية واضطراب الحواس ففي واقعة ترموبولس (التي كانت بين اليونان والعجم) سلك ليونيداس (ملك اسبرطة) واصحابه وكانوا ثلثمائة رجل من ذلك مسلحاه استحقوا بقاء الشهرة وتحليل الذك قبل أن يتحقق لهم ذلك بالفعل ويتركوا للناس بعدهم ما يجب أن يتأمنى به على مدى الايام في صفى الشجاعة وحسن الاخلاق الناشئين عن التربية التي بها تكمل العقول وتقوى القلوب وتكامل جميع الحواس وبما أبدىناه في هذين الدرسين من الادلة الناقصة يقين لك ما ينشأ عن الاهتمام

الذي به يقل نقصان الحواس ويضمحل بالتدريج ضعفها من التعلم واكتساب
المعارف عند جميع افراد الناس على اختلاف درجاتهم ويتبين ايضا انه بواسطة
هذا التعلم المنتظم يمكن الزيادة في اصلاح الجسم والعقل واستكمالهما معا
وكما تقدمنا في تكميل الآلات التي تنوب عن ضعف اعضائنا وعدم استكمالها
استكشفنا استكشافات جديدة واتسعت عندنا دائرة المعارف البشرية
وكذلك كلما اكملت الحواس التي هي آلات طبيعية للعقل اتسعت دائرة الامور
الخارجية التي يمكن للعقل ادراكها والوصول اليها وكما ارتقت الحواس درجة
في الاستكمال ثبت تطورها للاعمال العقلية وبذلك تكون سلطنة العقل
مؤسسة على قواعد صحيحة ودعائم متينة

ومن هنا يمكن لكل انسان أن يرقى في المعارف الى أعلى درجة وكذلك كل امة
يمكنها أن تتقدم في الصناعة تقدما عظيما وتوسع عندها دائرة القدر وان تكون
في اول درجة بين الملل المتقدي بها في شرف النوع الانساني وتغاره
فهذه هي الدرجة التي ينبغي أن تكون جميع مجهوداتنا وسائر رغباتنا مبذولة
في تحصيلها بالبلادنا وابنائنا ملتزمين ولا ينبغي أن يكون ما عليه هذا الغرض من
خرط العظم وبعد المال مرهبا لضعفنا ومانعا لنا عن التثبت بتحصيله فان كل
من جد وجد وبقدر اجتهاد المرء وقابليته يجوز من ذلك الغرض على حسب
طاقته فليجمع لاجله مجهوداتنا ونظم ليله ورغباتنا ولاجل الاستمرار
وعدم التثبط * شتات في الصباح التردد والتقنوط

(الدرس الثالث)

(في الكلام على قوى الانسان الطبيعية)

لا يمكن للانسان أن يستعمل قواه الطبيعية في غرض من الاغراض
الا في مدة قصيرة من الزمن فهو محتاج لتعويض ما فقد منها بالشرب والاكل
والنوم وبالاستراحة حال اليقظة واغلب الناس لا يعوض ما فقد من قواه
بالنوم الا مرة واحدة في كل اربع وعشرين ساعة أعنى مدة الليل كما هل
الارباب وكثير من ارباب الصنائع واولاد البلد المقيمين بالمدن الكبيرة واما اكابر

الناس فيعدون الجزء الاول من الليل للسهر وصرف القوى في المسامرات
والخطوط لافي الشغل بل في زمن الصيف تجد كثيرا من ارباب البطالة لا ينام
الا في النهار قط

وفي بلاد الافرنج كثير من الشغالة تغيرهم حرفهم وصنائعهم على الاستغفال
في الليل دون النهار كما رباب الصنائع الذينة التي يحل ذكرها بالادب
فانهم لاجل الطمأنينة والامن على أنفسهم لا يشتغلون بها الا في الليل
طلبا للستر

ولا يخفى أن الاشغال البلية لا تلايم الصحة كالاشغال النهارية لان ضوء الشمس
مما ينشئ الشغال ويقويه

وفي البلاد الحارة بجنوب ايطاليا واسبانيا والبرتغال يضطر الشغالة
في مدة الصيف الى ترك العمل وقت الطهيرة عند اشتداد الحر ولا يشتغلون
حينئذ عن النوم وهو ما يسمى بالصلولة وبعد هذا النوم القصير بالنسبة
لنوم الليل يعودون الى العمل باجتهاد وهمة جديدة

ثم ان الانسان في الاوقات التي اعدها للعمل تارة يلزمه أن يعمل عملا وقبلا
كبرا في مدة قصيرة منها وتارة يلزمه ادمان العمل في جميعها

واقل الاعمال كلفة على الانسان هو مشيه بدون أن يحمل شيئا غير جسمه
واذا سار الانسان السير المعتاد قطع في الساعة الواحدة المسافة التي

كان يعتبرها الاقدمون وحدة قياس لتقويم المسافات السفريه وهي
الفرسخ لكن مما يستبعد العقل ككون الفرسخ عندهم كان على اثني

عشر نوعا مختلفة أقصرها فرسخ البريد أي البوسطة فانه من الطول على
٢٠٠٠ نازة أي ١٢٠٠٠ قدم وهو تقريبا ٤٠٠٠ متر أي ٤

كيلومترات فاذا ن الكيلومتر ربع فرسخ من قرامخ البريد ثم الفرسخ الذي
تعادل الدرجة منه ٢٥ فرسخا معتادا أي ٤ $\frac{1}{4}$ كيلومتر ثم الفرسخ

البحري الذي تعادل الدرجة منه ٢٠ فرسخا معتادا وهو يساوي
٥ $\frac{1}{4}$ كيلومتر

وفي عدة اقاليم من اقاليم فرنسا يطلقون القرمخ على المسافة التي يقطعها
المسافر الاجل السريع في السير الذي لا يحمل شيأ في ساعة واحدة وهو دائماً
يزيد على فرسخ البريد واقل، ما يبلغ زيادته النصف فعلى ذلك يقطع المسافر
الجاد في السير في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات اذا كانت طريقه
مستقيمة فتكون مسافة سيره في الدقيقة الواحدة ١٠٠ متر ومقدار
الخطوة في الطريق المذكورة ٨ ديسيمترات فعلى ذلك يقطع المسافر
في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وفي الساعة ٧٥٠٠ خطوة
فيمكن للمسافر أن يسير في كل يوم ثمان ساعات ونصف ساعة بدون أن يضطر
بصحته ولا بقواه

وقد دلت التجربة على ان المسافة المتوسطة التي يقطعها المسافر في اليوم
الواحد بدون تعب ولا مشقة تبلغ ٥١ كيلومترا
وزنة المسافر المتوسط مع ملبوساته المعتادة تبلغ ٧٠ كيلوغراما في اليوم
الواحد ينقل المسافر ما يعادل ٧٠ كيلوغراما في مسافة تساوي ٥١
كيلومترا او ينقل ٣٥٧٠ كيلوغراما في مسافة كيلومتر واحد
وليس جميع الناس في السير على حد سواء فان أهل الارياض وسكان المدن
الكبيرة اشد في السير من غيرهم لانهم معتودون على قطع المسافات
الطويلة دون غيرهم

وللتربية دخل عظيم في التجزئ على السير كما سنذكره في الكلام على العساكر
الرومانية

وذلك أن تعود الرجال على المشي معدود من الاصول الجهادية التي يترتب عليها
النجاح والظفر كما يشير الى ذلك مارشال دوسكس بقوله ان فن الحرب
في السيقان وغرضه من هذه العبارة بيان أن المشي له تأثير في العمليات
العسكرية فلذا كانت قوانين الجهادية تعنى اتم الاعتناء بتعيين طول الخطوة
وسرعتها ثم تين المسافة اليومية

فالخطوة عند الجهادية اربعة انواع العادية والسريعة والسفريه وخطوة

المهجوم * فالعادية هي ابطء الجميع فان العسكرى لا يقطع منها في الدقيقة الواحدة الا ٧٦ خطوة وطولها ٦٥ سنتيمترا ومثلها في الطول السريعة ويقطع منها العسكرى في الدقيقة مائة خطوة والسفريه دونها في السرعة ويسير واتما خطوة المهجوم فهي قرية من خطوة المسافر الراجل الذي يقطع في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وينتج من ذلك امور أحدها أن الجيش اذا سار بالخطوة العادية لا يقطع في الساعة الواحدة ٣ كيلومترات كاملة (بل يقطع ٢٩٦٤ مترا) * ثانيا انه اذا سار بالخطوة السريعة يقطع في الساعة الواحدة ٤ كيلومترات تقريبا ثالثا انه اذا سار بخطوة المهجوم يقطع في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات تقريبا

وبين العساكر الانكليزية والعساكر الفرنسية تفاوت عظيم في النوعين الاولين فان العسكرى من عساكر الانكليز يسير بالخطوة العادية في الساعة الواحدة ما يزيد على نصف كيلومتر وبالخطوة السريعة ما يزيد على كيلومتر بخلاف العسكرى الفرنسي فانه دونه في ذلك ويسير الانكليزى ايضا بخطوة المهجوم في الساعة الواحدة ٥ $\frac{1}{4}$ كيلومترات ولكن في صورة ما اذا اقتضى الحال أن العسكرى يسير على هوى نفسه بحيث يكون في سيره حرا غير مكلف يفوق الفرنسي الانكليزى كما يفوقه ايضا في التجلد على ادمان السير والمواظبة عليه في صورة ما اذا كان مكلفا بنوع مخصوص ومنشأ ذلك عدم تعود الانكليزى على السير ارجلا

وقد كان الرومانيون الذين كان معظم اشغالهم الحرب والقتال يرون أن استيلاهم على الدنيا بتمامها متوقف على تعويد عساكرهم على ما ليس عند غيرهم من القوة والسرعة في السير فادركوا بذلك من الاغراض العظيمة ما تستبعده العقول الآن ولا يكاد يصدق انه انسان وقد ذكر المؤلف ويمسح في كتابه الذى ألفه في الخدمة العسكرية الرومانية أن العسكرى من عساكر الرومانيين كان في مدة التعليم يقطع عادة في ظرف خمس ساعات مسافة ٢٠

فرمضا فصادا الى ٢٤ مع حمله من الاثقال مايساوى تقريبا ٢٩
كيلوغراماى ٦٠ رطلا افرنجيا وذلك بالنسبة الى العشرين فرمضا
التي هي ثلاثون كيلومترا يساوى كية ٨٧٠ كيلوغراما تنقل الى مسافة
كيلومتر واحد وبالنسبة الى الاربعة والعشرين فرمضا يساوى كية
١٠٤٤ كيلوغراما تنقل ايضا الى مسافة كيلومتر واحد

ففي الصورة الاولى كان العسكرى من الرومانيين مع حمله لهذا الثقل العظيم
يقطع ٣٠ كيلومترا في خمس ساعات اى انه كان يقطع في الساعة الواحدة
٦ كيلومترات وذلك يزيد كيلومترا على سير العسكرى الانكليزى بالخطوة
السريعة

وفي الصورة الثانية كان مع حمله للثقل المذكور يقطع ٣٦ كيلومترا في خمس
ساعات اى انه كان يقطع في الساعة الواحدة ٧ كيلومترات
وخمس كيلومتر بمعنى انه كان يقطع في الساعة الواحدة مايسمى الآن
بالبوسطة اى البريد

وعليه فالعسكرى من الرومانيين بالنسبة لسيره وحمله الثقل المتقدم بضاهى
تقريبا سرعة سير عربات السباحين التي تسير في طرق فرانس المختلفة
ومما ينبغي التنبيه عليه أن الذين كانوا يسرون هذا السير السريع من الرومانيين
كانوا جيوشا كاملة لا اساسا متفرقين كل على حدة

ويمكن أن نعرف بالسهولة المنافع التي عادت على الرومانيين من هذه السرعة
العظيمة التي اكتسبتها عساكرهم في السير ولولا خشية المعارضة
لقلت ان طائفة المشاة المؤلفة من مثل هؤلاء العساكر هي كطائفة الخيالة
الحقيقية لوجود سرعتها المتوسطة فيما من ثم ترى في تاريخ قيصر
(رئيس جمهورية الرومانيين) أن جيوشه كانت تجول في بلاد الغلبة
من جهة الى اخرى مع السرعة الشديدة وتقابل اعداء كثيرين
وتفاجئهم بالاعارة وكانت في أغلب الاحوال تفقرهم بسبب هذه
السرعة

ولم يتفق لاحد من رؤساء العسكرية في الاعصار المتأخرة انه أزم جيشه بالاسراع في السير اكثر مما عينته في ذلك اصول الجهادية مما يلازم حفظ قوى الانسان ولا يضر بصحته وقد اقتضى الحال غير مرة أن الجيوش الفرنسية في الحروب الاخيرة أبدت في سيرها العجب العجائب من حيث السرعة وطول المسافة الا انهم لعدم اعتنائهم بشأن المؤونة والنوم والنعال والملابس العسكرية عاد ذلك عليهم بالضرر فانهم مع نصرتهم على العدو هلك منهم اكثر مما هلك من المغلوبين

ويؤخذ مما ذكرناه من التفاصيل اليسيرة انه يرجى تكميل السير العسكري بحيث يبلغ درجة الكمال فانه لا مانع من تجديد فرائب الرومانيين في هذا المعنى او ما هارب ذلك بقدر الامكان حسبما تقتضيه احوال الاعصار المتأخرة من الرفاهية وحسن التربية في اقطام الجيوش

وذلك اتى لوقابلنا الآن سير العساكر الرومانية بسير اقوياء الشغاليين من أهل عصرنا كالعثاليين والخردجية الطوافة ولم تقتصر في ذلك على اعتبار مجرد السير الى مسافة بعيدة غير ملتفتين الى ما معهم من الاثقال المحولة بل لاحظنا هاجباً كان حاصل ضرب الثقل في المسافة المقطوعة هو عين النتيجة النافعة المطلوبة للعامل

وقد بحث المهندس الشهير كلب صاحب المعارف الوافرة الذي ابدى فيما يتعلق بالقوى البشرية عدة ابحاث مفيدة سياً في الكلام عليها تفصيلاً فلم يجد في الجالين من يقل من بيت الى آخر مسافة ما بينهما كيلومتران احمالا زنة كل حمل منها ٥٨ كيلوغراما اكثر من ست مرات في اليوم الواحد

وهذه المسافة التي يقطعها الجال ست مرات في اليوم عبارة عن قتل ٥٨ كيلوغراما ست مرات الى مسافة تبلغ كيلومترين او قتل ٦٩٦ كيلوغراما الى مسافة كيلومتر واحد

فاذا فرضنا الآن ان العسكري الروماني كان مجبوراً على أن يعمل في سيره

عمل الجبال قلنا انه لا يتقل في الواقع ونفس الامر الا نصف ما يتقله الجبال ولا يمكنه أن يرجع ما شيا على قدميه لنقل حل آخر من مسافة كيلومترين الى اخرى مثلها وانما كان يحمل ما يساوي ١٠٤٤ كيلو غراما في مرة واحدة الى مسافة كيلومتر واحد بخلاف الجبال فانه لا يحمل الا ٦٩٦ كيلو غراما وعليه فالعسكري من الرومانيين كان يسير في ظرف خمس ساعات مسافة كيلومترين ثمانى عشرة مرة في مقابلة ما يقطعه الجبال في اليوم بتمامه اثنتى عشرة مرة نصفها بالحمل ونصفها بدونه

وقدر آى كلب بمقتضى ابحاثه أن الخردجى الذى يطوف يضاعته في طرق فرانسا يمكنه حمل ٤٤ كيلو غراما ونقلها الى مسافة ٢٠ كيلومترا بمعنى انه يتقل ٨٨٠ كيلو غراما الى مسافة كيلومتر واحد وذلك أقل من عمل العسكري الرومانى الذى يقطع مسافة ٣٦ كيلومتر مع حمل زنته ٢٩ كيلو غراما واكثر من عمل الجبال

فاذا أضفنا الى عمل الجمالين حاصل ضرب ثقل اجسامهم في المسافة المقطوعة وجدنا مقدار المأدة المنقولة في اليوم الواحد يعادل كيلومترا واحدا الى مسافة ربع ساعة تقريبا

فالمسافة بالنسبة للفرنساوى السائر بدون ثقل = ٣٥٧٠ كيلومترا وبالنسبة للعسكري الرومانى الحامل لتقل زنته ٢٩ كيلوغراما = ٢٩٧٠ وبالنسبة للخردجى الحامل لتقل زنته ٤٤ كيلوغراما = ٢٢٨٠ وبالنسبة للعتال الحامل ٥٨ كيلوغراما = ٢٣٧٦

فترى في النتائج الثلاث الاول أن مقدار عمل الانسان يتقص بزيادة الحمل فحينئذ لا تكون كمية العمل اليومية ثابتة على حالة واحدة وقاما لما قاله دانيال برونلى احد مشاهير علماء الهندسة والطبيعة

واول من عرف التفاوت الذى يوجد في مقدار العمل مدة اليوم بتمامه هو الشهير كلب واستنبط ذلك من استعمال قوة الانسان مدة يوم كامل على الوجه والسرعة اللذين بهما تنتهى تلك القوة

ثم انه من الان فصاعدا ينبغي مزيد الاهتمام بالملاحظة والبحث عن كل مادة
تعود بالنفع التام على اشغال الفنون الميكانيكية فيجب على رئيس المعامل
وناظر الورش والفريق ان يسعى في تحصيل ما لا بد منه للشغالة مع المحافظة
على القوى حسب الامكان فيلزمه ان يعرف حق المعرفة من الوسائط ما يترتب
عليه في جميع الاحوال نتيجة عظيمة لا تحتاج الى صرف كثير من القوى
وليرجع الى الكلام على نقل الاتصال فوق ظهور الرجال والسير بها على
طريق اقضية اى على ارض مستوية فنقول

قد اثبت كلب بما أبداه من المحفوظات هذه القاعدة الاسمية وهى انه متى
جعلت كمية السير الواقع من الانسان الذى لا يحمل شيئا قاعدة فالانقال التى
يحملها تكون مناسبة لما يقدم من تلك الكمية عند سيره وهو حامل للاتصال
المذكورة

فاذا فرضنا أن الجمال لا يسير الا حاملا دائما كالخردجى الذى يطوف الطرق
الكبيرة كانت زنة الحمل المعادل لكمية العمل اليومية على ما أثبتته كلب
٥٠ و ٤ كيلوغرامات وكانت المسافة التى يقطعها وهو حامل لهذا الحمل
تزيد على ١٨ كيلومترا وعليه فأقصى ما تبلغه قوته اليومية يعادل
٩١٩ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد

ومن المعلوم أن هذه النتائج لاتفاوت بينها وبين النتائج التى اثبتها ارباب
الصنائع للخردجية الطوافة لا بمقدار يسير وذلك أن احوالهم لاتنقص عن الحمل
المعتاد لا بمقدار $\frac{1}{4}$ وكذلك النتيجة النافعة التى يبدونها هؤلاء الخردجية
لاتنقص عن اعظم نتائج الجمالين لا بمقدار $\frac{1}{3}$ ولعل هذا الجزء الناقص
الذى هو $\frac{1}{3}$ انما يخصه الخردجية قصدا لتنقص يومية عملهم جزأ يسيرا
لاتعجز قواهم عن تأديته لانه بهذه الطريقة يمكن للانسان اذا ضعفت قوته
في بعض الايام عن العادة أن يتم سيره المعتاد مع حمله المعتاد بدون أن يفقد
جميع قوته

وهذا من خواص النتائج الكبيرة والصغيرة التي يمكن بها تغيير مقدار المواد التي
تتركب هي منها بدون أن تتغير النتيجة المطلوبة كما ذكرناه من المهم لا ريب
الصناعة معرفة الخواص التي يترتب عليها اعظم النتائج فان الاستدأ بمثل تلك
الخواص المنتجة لهذه النتيجة العظمى يعطينا سعة وفحة عظيمة بحيث
يكون في وسعنا تغيير المواد الاصلية بدون أن يحصل في النتيجة تغير لا يقدر
معلوم

ولك أن تثبت هذه المسئلة المستبطة من مثال الحال بوجه اخر بان تفرض
أن هذا الحال يجد من نفسه الحاجة والميل الى حل ثقل اقل من حله المعتاد
لكن مع صغر المسافة فعرض عن كونه مثلاً يحمل حلا قدره ٤٤ كيلو غراما
يحمل حلا قدره ٦ و ٥٣ كيلو غراما وهو يزيد على الحل الكبير المعتاد
بمقدار $\frac{1}{18}$ فجد حينئذ نتيجة نافعة تساوى $\frac{1}{4}$ ٩١٦ كيلو غراما
فهي اذن لا تنقص عن النتيجة الكبرى ولا يقدر $\frac{1}{334}$

وهذه الخاصية المهمة الثابتة لتلك النتائج الكبيرة والصغيرة انما يعرفها حق
المعرفة من له رسوخ قدم وقرط مهارة في حسابات التفاضل والحسابات البالغة
مقادير كاملة واما من كان في معرفة تلك الحسابات على درجة لا تمكنه
في الوقوف على حقيقة هذه الخاصية فينبغي له أن يتقاعها بالقبول يأخذها
قضية مسلمة وانما يبين أهميتها وتوضيح حقيقتها بعدة أمثلة متنوعة
فتقول

اي مانع من العدول عن فرض ان الحال لا يسير الا حاملا الى تقسيم يومه الى
ذهاب واياب يكون فيهما على الدوام حاملا وغير حامل فيتغير بذلك موضوع
المسئلة فاذن لا تكون النتائج واحدة في صورة ما اذا أريد معرفة النهاية الكبرى
التي يحددها الانسان باستعمال قوام مدة يومه ويكون الحل الذي يحمله الحال
كيلوغرام كيلوغرام
مساويا ٢٥ و ٦١ وهذا في النتيجة الكبرى عبارة عن ٤ و ٦٩١ منقولة
الى مسافة كيلومتر واحد

وقد شاهدنا أن الجمال الذي لا يعمل إلا بموجب قوانين الصناعة إنما يرغب في حمل متوسط يبلغ ٥٨ كيلو غراماً وهذا الحمل لا تفاوت بينه وبين الحمل المعتاد إلا بمقدار $\frac{1}{4}$ لكن مقتضى ما ذهب إليه كلب أن كمية العمل الكلية لا تفاوت بينها وبين النتيجة الكبرى إلا بمقدار $\frac{1}{4}$ وذلك مما يؤيد أن النتيجة سواء كانت كبيرة أو صغيرة تثبت لها خاصية التفاوت اليسير جداً بينها وبين اصولها المترتبة هي منها ما لم تتجاوز تلك الاصول بعض حدودها

وحيث تكلمنا على صورة ما لو فرض أن الانسان يسير في طريق اقضية حاملاً أو غير حامل وجب ان تتبع ذلك بالكلام على كمية العمل التي يحدثها في صورة ما اذا سار في طريق منحدرة أو صعد على نحو سلام مبتدئين بالصورة الأخيرة من هاتين الصورتين فنقول

ان المهندس كلب الذي لا تزال نستمد منه كثيراً من المعارف التي تصلح أن تكون قاعدة لهذا الدرس حثد على الوجه الآتي كمية العمل التي يحدثها الانسان حال صعوده على السلام بدون أن يعمل شيئاً فجعل مقدار الارتفاع الذي يصعد فيه الدقيقة الواحدة على سلام لا يزيد ارتفاعها الكلي على ٣٠ متراً ١٤ متراً

فاذا قلنا ان الحمل المتوسط يعادل ٧٠ كيلو غراماً مكررة اربع عشرة مرة ومرفوعة الى مسافة متروا حدد ذلك على كمية العمل التي يحدثها الحامل حال صعوده على سلام افرقيجة في طرف دقيقة واحدة فاذا قلنا ايضاً انه يمكنه المتداومة على هذا العمل مدة اربع ساعات من الاربع والعشرين ساعة كان قياس كمية عمله اليومية ٢٣٥٠٠٠ كيلو غرام مرفوعة الى متروا واحد من الارتفاع وهذا التحديد الذي ذكره المهندس المذكور انما هو بمثابة نتيجة فرضية بسيطة وسيأتي لك في النتائج التي يمكن نظمها في سلك النتائج الصحيحة المتعلقة بقوى الانسان ما سرّناه في هذا المعنى من الحسابات التي تجبرنا في ذلك من الخلل باصلاحه وتحجيره

وحيث لم نجد أدلة كاملة في شأن الجمالين الذين يصعدون السلام لزم أن نبعث

عما يلزم لهم من الزمن في صعودهم على الطرق المتحدرة فتقول
ان المهندس يوردا الذي كان من الضباط البحرية ومن ارباب اكدمية
العلوم لما أراد ان يأخذ قياس ارتفاع جبل تريف فرض لصعود هذا
الجبل يومين فصعد في اليوم الاول هو وجميع من كان معه من الضباط راكبين
خيولهم واستعصموا معهم ثمانية اشخاص من البحارة مشاة كل واحد منهم
يحمل حملا زنته من سبعة كيلوغرامات الى ثمانية تقطعوا منه في ذلك اليوم
مسافة ٢٩٢٣ مترافكا صعودهم من الساعة ٩ من الصباح الى
الساعة ٥ ونصف من المساء (على حسب الساعات الافرنجية) فتكون
مدة السير ثمانى ساعات ونصفا منها ثلاثة ارباع ساعة للاستراحة والاكل فتكون
مدة سيرهم حينئذ في اليوم الاول سبع ساعات وثلاثة ارباع ساعة ولا يحق
ان جماعة يوردا هم كغيرهم من البحارة ليسوا متعودين على المشى ولكنهم
استغرقوا في السير اليوم بتمامه بدون أن يلحقهم تعب ولا مشقة فانهم زيادة
على ذلك نزلوا مسافة ٥٠ مترا للبحث عن الوقود ثم صعدوا ثانيا الى
منزلهم الاول

ولكنهم لسوء حفظنا لم يبينوا لنا بوجه الدقة والضبط طول المسافة التي قطعوها
بحيث كان يمكن بمعرفة ذلك مع معرفة الكمية التي صعدوها راسيا معرفة
الحدار الطريق التي سلكوها وانما اقتصروا على قولهم ان المسافة المقطوعة
تريد على ٢٠٠٠٠ متر بالنسبة الى الطول الافقي بمعنى أن قاعدة الطريق
بالنسبة الى الصعود الرأسى :: ٧ : ١ تقريبا او كنسبة ٦٨ : ١٠
تحقيقا ومثل هذا الاتحاد عادة لا يصلح لبيان النهاية الكبرى التي يحدثها الرجال
او الخيول وانما يصلح أن يكون حدًا وسطا بين النهايتين

ومتى اعتبرنا أن ما يحمله الانسان هو دائما ٧٠ كيلوغراما يصعد بها
كما ذكرنا مسافة ٢٩٢٣ مترا من الارتفاع الرأسى فهذه النتيجة تساوى
٢٠٤٦١٠ كيلوغراما من مرفوعة الى متر واحد او ٢٠٥ كيلوغرامات
مرفوعة الى كيلومتر واحد تقريبا وذلك اقل مما قاله كلب في تقويم شغل

الإنسان الصاعد على السلام للحداد

ويظهر لي أنه كان يلزم حساب ما تلزم كل أنصاف من الصاعدين وهو سبعة كيلوغرامات فاكتر الى ثمانية وعليه فالنتيجة عوضا عن كونها ٢٠٥ كيلوغرامات تكون ٢٢٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وهذه الكمية قريبة جدا من ٢٣٥ كيلوغراما محمولة في طريق مستقيمة لا في طريق غير مستقيمة كالتي قطعها اصحاب بوردا في صعودهم جبل تريف

وبالجملة فلاجل مجابة كدة اللطاف في تقويم كمية العمل اليومية التي احدثها اصحاب بوردا يصكتني في ذلك بما تين ونخسة كيلوغرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد او ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد وهناك مجت آخر من اهم المباحث المقيمة لم يتعرض له احد الى الآن وهو مجت الارتفاعات التي يمكن للانسان أن يصعدا في اليوم الواحد بدون حل او يصعدا حاملا لكنه يسلك في صعوده طريقا متحدرة كثيرا او قليلا من أدنى الانحدار الى غايته القصوى

ومن العلوم أن الانحدار الموافق لاعظم ارتفاع يصعد به الانسان في اليوم الواحد ينبغي أن يكون عين الانحدار الذي يفرض للمسافرين في البلاد الجبلية في صورة ما اذا كانت الطريق المتحدرة طويلة بحيث يستغرق قطعها يوما كاملا

ومع ذلك فهناك امور اخرى بها يتغير هذا الانحدار وهي احتياج المسافر الى الاستراحة في مدة سيره وهل الاوفق بالسائر أن يستقر في سيره على انحدار واحد حتى اذا قرب من نهاية المسافة يستريح مرارا عديدة او يغير الانحدار بأن يسلك في اول سيره انحدارا عظيما ويسلك في آخره انحدارا هينا حتى تتحقق عنه مشقة السير وفي الصورة الثانية لا يدر لك نهاية مطلوبة الا بكثير من العمل فالظاهر أن الصورة الاولى وان اشتملت على الاستراحة مرارا اوفق من الثانية التي هي تغيير الانحدار

والا وفق للمسافر في طريق اقية أن بحث السير في اقل الثمار ويسير بالهوى بنا في آخره حتى يكون ما يصرفه من قواه في هذا الوقت الذي ضغبت فيه يسيرا لا يضربه

ومع ذلك قد ثبت بالتجربة أن هذه الطريقة ليست اعظم الطرق في السير فان ارباب الاسفار الطويلة يستمرون في السير على حالة واحدة مع الانتظام وانما يستريحون عند الحاجة فهم دائما يسلكون هذا المسلك في سيرهم سواء كانت الطريق اقية او منحدره قليلا او كثيرا لم يعظم الانحدار وما ينبغي التنبية عليه أن الانسان في مبدء سيره يؤثر السير بالهوى بنا سواء كان راكبا او راخلا لتتوفر قواه وتبني سرعته الى آخر المسافة

فمن ثم ترى فيما اورده القدماء في شان الالعب أن الاحق بأخذ السبق هو من كان من المتسابقين صاحب رأى وحزم ووفر في مبدء المسابقة قواه ليبذلها مع الحمية والشدة في آخرها

ولامانع من تأسيس هذه القاعدة وهي ان الانسان متى اراد الصعود الى اى نقطة مفروضة فعليه أن يتبع في صعوده الطرق المنحدرة ويؤثر الاقصر منها على غيره ما لم يعظم الانحدار ويتجاوز حده

فاذا فرضنا حينئذ جالا يصعد بالجل على السلام وجدناه في القوة كالعقال السائر في طريق اقية بمعنى أن كمية عمله اليومية تنقص بازدياد الجل

ولم يتفق لاحد من الجمالين انه جل في اليوم الواحد أكثر من ست جولات (افرنجية) من الخشب وصعديها الى ارتفاع يبلغ اثني عشر مترا بل ولا يمكنه أن يستقر على الصعود بالسته عدة ايام متوالية فاذا أريد تحصيل ذلك من جمال آخر اقوى منه جعل له على كل حلة فرس فتكون اجرة اليومية ستة فرنكات ويلزم أن يكون هذا العمل هو النهاية الكبرى للجمال في يومه وكل حلة من

الخشب زنتها ٧٣٤ كيلو غراما فعلى هذا تكون زنة الستة ٤٤٠٤ كيلو غرامات مضروبة في ١٢ مترا فيكون الحاصل ٥٢٨٤٨ كيلو غراما مرفوعة الى متر واحد وهذا هو الشغل الذي يحدته الجمال في اليوم الواحد

واذا أريد معرفة ما صرفه الحال من القوى اى معرفة كمية عمله لزم أن ندخل في الحساب زنة الخطاطيف التى يحمل بها وكذلك زنة جسمه فاذن نجد انه يرفع ١٠٩ كيلوغرامات الى مسافة كيلومتر واحد

وهذا المقدار يزيد ويسير على نصف ما يرفعه الانسان الذى لا يحمل شيئاً مدة يومه من الكيلوغرامات التى قدرها ٢٠٥ حسبما تقتضيه تجربة بحارة المهندس بوردا غير أن تقويم الكيلوغرامات المذكورة قليل جداً كما سبق وعليه فلامانع من تأسيس قاعدة هى ان الصاعد بلا حمل يحدث نتيجة يومية تساوى ضعف ما يحدثه الصاعد بحمل يبلغ ثقله ٦٠ كيلوغراماً فاكتر الى ٧٠

ولم تتعرض في هذا الحساب الى ما يصرفه الحال من القوى في نزول السلام عقب كل مرة من الصعود فاذن يظهر أن كلب أخطأ في تقويمه لهذه النتيجة حيث جعلها اقل من ذلك فانه قومها كتقويم قوة السائر على طريق اقيمة بدون حل غير أن هذا التقويم لا يغير النتيجة التى بناها تغييراً بينا بمعنى أن كمية العمل اليومية التى يحدثها الحال الصاعد بحمله على السلام هى على النصف من كمية العمل التى يحدثها الصاعد على هذه السلام بدون حل فاذن لا يبلغ نتيجة الحال المذكور الا ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً مرفوعة الى متر واحد او ما قارب ذلك

وذلك أن الصاعد بلا حمل الى اى ارتفاع يبلغه في اليوم الواحد يمكنه أن يرفع ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام الى متر واحد اى انه يمكنه رفع ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً الى هذا الارتفاع اربع مرات وهذه هى نتيجة الشغال الحامل

واقبح طريقة يسلكها الحال هى أن يصعد بالاحمال على ككتفيه او راسه او يرفعها بالخطاطيف فان هذه الطريقة وان كانت غالبية في المدن لعدم الاحتياج معها الى شئ من الآلات الميكانيكية الا انه ينبغي اجتنابها في المعامل والورش التى يجب فيها اجراء الاشغال بغاية السرعة والتوفير على الدوام

ولا يخفى أن آلات الميكانيكية في مثل هذه الاشغال فائدة عظيمة إذ بواسطتها يمكن للانسان أن يعمل في يومه اعمالا مختلفة سواء كان حاملا او غير حامل وبها ايضا يحدث بعض نتائج ويستعمل فيها قواه استعمالا مفيدا يترتب عليه نتائج عظيمة ولو قد فيها معظم قواه فان الوسائط الميكانيكية وان كانت لا تمتد قوة ولا تمدتها الا انها تدبر استعمال القوى وتوزعها وتوزعها بانفعالا هذا ولا أبالي من تكرار ذلك المرة بعد المرة وسأبين الحقيقة في هذا المعنى على وجوه عديدة عسى أن يكون في ذلك ما يمنع مهرة الشغالة عن اتلاف قواهم بلا فائدة وأن يؤملوا الخير والنفع في علم الميكانيكا وان كانوا الى الآن لم يعرفوا منفعتها حق المعرفة

ولما تكلمنا على قوى الانسان من حيث استعمالها في السير على سطح افق او منحدر سواء كان صاحبها حاملا او غير حامل وسواء كان المحول ثقيل او خفيفا ناسب أن نقب ذلك بالكلام عليها من حيث تطبيقها على حركة الآلات الميكانيكية فنقول

ان اعظم نتيجة يحدثها الانسان في رفع ثقل ما الى ارتفاع معلوم هو أن يصعد بمجرد ذاته لا يحمل سواها بحيث تكون بالنسبة اليه كالقوة المحركة * وهذه الطريقة تستعمل في العجلات ذات الطناوير والعجلات المدرجة المسمى كل منهما بالكراكات فاذا كان في الكراكة شخص اوعدة اشخاص فانهم كلما ساروا تقدموا اجهة سطح منحدر وان وقفوا على سطح منحدر انحدارا مناسبا احدثوا من النتائج اعظم نتيجة يمكن أن يبلغ مقدارها في اليوم الواحد ٢٠٥ كيلوغرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد ويلزم أن نطرح من قيمة هذا الشغل مقدار ما تريحه الدراهم التي هي قيمة الكراكة المستعملة في الشغل المذكور

ويمكن استعمال قوى الانسان في الكراكات على الوجه الجارى في سجون انكلترة * ومحيط هذه العجلات مضر من الألواح صغيرة ككاسرات عجلات الطواحين قرى الشغالة يصعدون عليها كما يصعدون على درج السلم فيستندون بأيديهم على قضبان اقية ويصعدون مع الموازنة وغاية الهدوء

وهناك ايضا كرا كانت من هذا القبيل تحتر كها النساء
ثم ان الشغالة الذين يصعدون على الكرا كانت المدرجة تتفاوت اشغالهم تتفاوت
عظيما على حسب اختلاف السجون وقد ينادى في هذا الجدول الذي حررنا
حساباته بموجب امر الحكومة وهالك صورته

الرجال *				ايام الصيف	
في الدقيقة				في اليوم	
عدد السجون	عدد السجون	ارتفاع السجون	ارتفاع السجون	الارتفاع	الارتفاع
عدد	مليمتر	متر	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٣٥	١٩٩	٢٢٢٩	١٤٣٦٤٣	١٤٣٦٤٣	١٤٣٦٤٣
٣٦	٢٣٧	٢٧٣٠	١٧٤٣٦٠	١٧٤٣٦٠	١٧٤٣٦٠
٤٠	٢١٢	٣٠٣٥	١٩٥٣٧٩	١٩٥٣٧٩	١٩٥٣٧٩
٤٤	١٩٩	٣٣٢٧	٢١٢٩٤٦	٢١٢٩٤٦	٢١٢٩٤٦
٤٨	١٩٩	٢٤٧٥	١٦٩١٧٢	١٦٩١٧٢	١٦٩١٧٢
٤٨	١٩٩	٣٠٥٧	١٩٥٦٢٥	١٩٥٦٢٥	١٩٥٦٢٥
٥١	١٩٩	٤٠٥٨	٢٥٩٦٩٠	٢٥٩٦٩٠	٢٥٩٦٩٠
٦٠	٢٢٢	٥٣٥٢	٣٤٢٥٢٨	٣٤٢٥٢٨	٣٤٢٥٢٨
٤٨	٢٢٢	٤٢٨٢	٢٧٤٠٢٢	٢٧٤٠٢٢	٢٧٤٠٢٢
٣٦	٢٢٢	٣٢١١	٢٠٥٥١٧	٢٠٥٥١٧	٢٠٥٥١٧
٧٠	٢٣٢	٤٣٩٢	٢٨١١٠٤	٢٨١١٠٤	٢٨١١٠٤
٨٠	١٩٢	٣٦٨٦	٢٣٥٩٣٠	٢٣٥٩٣٠	٢٣٥٩٣٠
٨٧	٢٠٢	٣١٦٣	٢٠٢٤٥١	٢٠٢٤٥١	٢٠٢٤٥١

فورتامبتون (بورك) (نمرة ٣)
فوتغام نمرة ٣ و ٤
السجن القديم (بدفورد)
ميدلوزفيل
سبنتون مآلية (سومرست)
دونشير
كامبردج
ورويك (١)
شرحه (٢)
شرحه (٣)
يوستون
هنتس
نوكاستل على نهر التين

ومن ثم كان العمل اليومي في سجون انكلتة يتفاوت من ١٤٣٦٤٣
كيلوغراما الى ٣٤٢٥٢٨ كيلوغراما من فوعة الى مترواحد

وتستعمل القوة الانسانية ايضا في جزالات بالواسطة الاكالات ذات الجملات
كالعربات الصغيرة الثقالة التي تجر باليد والعربات الكبيرة فيمكن للانسان
مترا

ان يتقل في اليوم الواحد بواسطة العربدة الثقالة ١٤٠٠ مكعبة من
التراب الى مسافة ٣٠ مترا ويمكنه ايضا اذا جرت عربدة من عربات اليد المعتادة أن
يحمل من ثقلها وقتل جملها ما يساوي ١٨ أو ٢٠ كيلوغراما فان كانت
خالية عن الاتقال كان ما يحمله في جرهما ٥ كيلوغرامات أو ٦ من غير
زيادة * والقوة اللازمة لدفع العربدة على الارض الصلبة المستوية قد تختلف
من ٢ الى ٣ كيلوغرامات ومنشأ هذا الاختلاف ما يعرض للعربة
في الطريق من خفيف الارتجاج والاضطراب قليلا كان ذلك لو كثيرا على
حسب مهارة الشغال في توجيه العربدة وتسييرها * وزنة حمل العربدة
المتوسط ٧٠ كيلوغراما وزنة ثقلها المتوسط ٣٠ كيلوغراما فاذا اضربنا
١٤ $\frac{1}{4}$ كيلومترا في ٧٠ كيلوغراما كان الحاصل ١٠١٥ كيلوغراما
منقولة الى مسافة كيلومتر واحد وذلك هو نتيجة عمل الشغال الدافع للعربة

وقد سبق أن الانسان يمكنه أن يحمل على ظهره في مدة اليوم ذهابا وايابا
كيلوغرام

٤٠٦٩٢ منقولة الى مسافة كيلومتر واحد ونسبة هذين العددين
كنسبة ١٤٧ الى ١٠٠ وحقق المهندس كلب انهما كنسبة ١٤٨
الى ١٠٠ واستنتج من ذلك على وجه التقريب أن ما يحمله مائة رجل
بواسطة العربات اليدوية يساوي شغل مائة وخمسين رجلا بواسطة المقاطف
فانظر الى فائدة مثل هذه الاكالات السهلة وقد حسب موسيو جونيور
ما يحمله جامر العربدة الثقالة ذات الجملتين فوجده يساوي ٢٣٠٠ كيلوغرام
منقولة الى كيلومتر واحد ومقتضاه انه اذا اشغل مائة رجل في نقل الاتقال
بواسطة هذه العربات كانت نتيجة شغلهم تساوي نتيجة شغل ٣٣٢ رجلا
بشغلون في نقل تلك الاتقال على ظهورهم بواسطة المقاطف والخطاطيف
وتساوي نتيجة شغل ٢٢٥ رجلا بشغلون في نقل الاتقال المذكورة

بواسطة الثقالات المعتادة ذات البجالة الواحدة

ومما ينبغي التنبيه عليه في شأن الثقالات ذات البجالة الواحدة انه يمكن زيادة نتيجتها زيادة عظيمة وذلك بتطويل عجلتها ووضع مركز حملها عمودا على محورها بحيث لا يكابد الانسان في دفعها كبير مشقة ما لم تكن طريقه فيها انحدارات مختلفة والاعلمت عليه المشقة ولو وضع مركز الحمل عمودا على المحور فينبغي له متى كانت طريقه غير اقية أن يصرف بعض قوته في موازنة ثقل الحمل واقل الطرق فائدة في استعمال القوة الانسانية هي شد الحبال التي تستعمل في دق الاوتاد بواسطة الشاگردانات

وذلك أن تقيص العمل اليومي بهذه الطريقة لم يبلغ بمقتضى حساب كلب الا ٢٠٧٥ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل مائة رجل في اشغال الكراكات ذات الطنابير مدة يوم واحد وكان صعودهم على الانحدار مناسب وكانت نتيجة عملهم مساوية لنتيجة عمل مائة رجل واحد وسبعين رجلا يشتغلون في دق الاوتاد بشد الحبال المربوطة في الخشبة الممدودة

واذا اشتغلت طائفة من الناس في ادارة الملقات على مقتضى المقدار المتوسط الذي فرضه كلب وهو أن يفرض أن هؤلاء الأشخاص يضغطون ضغطا عاديا يبلغ ٧ كيلوغرامات على يد الملف الذي يرسم محيطا قدره ٢٣ دسمترا وأن الشغلة يدونها في كل دقيقة عشرين مرة وأن مدة شغلهم في كل يوم ست ساعات كانت نتيجة عملهم ١١٦ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل ثلاثة رجال في ادارة الملقات كان الثقل الذي يرفعونه مساويا لنتيجة خمسة رجال يدقون الاوتاد بشد الحبال ومن ثم استبدلوا الآن الحبال بالملقات والتعشيق في سائر الاشغال المحتاجة للتفطن والاتقان بحيث يرفع الشاگردان الى ارتفاع ما وينخط بكيفية مخصوصة وقد حسب كلب على وجه الصحة شغل عازق الارض فوجد شغله في اليوم الواحد يبلغ ١٨١ مترا مربعا وأن المعزقة تعوض في الارض كل مرة

٢٥ سنتيمترا وترفع معها من التراب في كل مرة ٦ كيلوغرامات فإذا أضفنا الى ذلك ثقل المعزقة كان مجموع عمله مساويا ٤٣ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وإذا لم نعتبر الا ثقل التراب الذي ترفعه الآلة معها وقت العمل كان مجموع الشغل $\frac{1}{3}$ ٣٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وذلك لا يبلغ ثلث عمل مدير الملق كما هو مشاهد فلذا كان عزق الارض بالمعزقة من الاشغال المحتاجة لزيد القوة وكبير العمل ولا يلايم من الاشغال الا ما يطلب فيه الاهتمام كاشغال البساتين والحدائق التي تصرف فيها القوى البشرية مع غاية الدقة والتبصر حتى يكون الشغل فيها مع تنوعه على غاية من الاتقان وينبغي أن نضيف ايضا الى عمل العازق ما يصدر عنه من ضرب الارض بالآلة لاجل تمهيدها واصلاحها ولم تبلغ هذه النتيجة في حساب كلب الاجرام من عشرين من الشغل اليومي باضافته اليها قيمة القوة اللازمة لعزق بالمعزقة وادخالها في باطن الارض واستنتج من ذلك أن مجموع ما يصرفه العازق من القوى في اليوم الواحد ١٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى كيلومتر واحد

والذي يظهر أن شغل المحفرة السحابة بالطورية في هذه الاشغال اكثر فعما من شغل المعزقة وان كانتا متساويتين في قوة الضرب بهما على الارض بمعنى أن هذه القوة في كل منهما جرم من عشرين من القوة اليومية فلذا كانت قوة العازق بالمعزقة او بالطورية كقوة الرافعة ثم ان احركات الطورية وهي التي بها تكون تسوية الارض برّد التراب الخارج من باطنها الى الارض المعزوقة اقصية وحيث فلا داعي الى استعمال قوة تعادل $\frac{3}{4}$ ٣٤ كيلوغراما لاجل رفع التراب بالمعزقة الى الارتفاع الذي قومه كلب بأربع دسمترات فنّم كان الجارى في سائر اشغال العزق المعتادة انما هو العزق بالطورية دون المعزقة

ومن المهم في استعمال القوى البشرية درجة السرعة التي بها تتنوع الحركة وكم قوة اخرى لا يمكن بدونها احداث نتيجة مفيدة لان قوة الانسان العضلية لا توصل الحركة الى اعضاءه الا اذا انصرفت كلها وبمجرد عروض التقصان للحركة يصير في الانسان قابلية الى تحصيل اعظم النتائج فيصل بذلك الى النهاية

المكبرى اذ لا ريب انه بالزيادة في تقيص قوة حركاته يحدث تأثيرات كبيرة ومصادمات عظيمة ولا يمكن الزيادة لاتعادل ما تنقص من السرعة وهذا هو الموجب لتقصان الحركة دون زيادتها

وبمقتضى تجارب شولز يظهر انه في تطبيق القوة البشرية على الرافعة او قضيب الكابستان المسمى ايضا بالمعطف تكون النتيجة المفيدة حاصله من

كيلوغرام ١٣,٧٠٦ مع سرعة تساوى ٧٣٧ متر في ظرف ثانية

وقد قابل روبرتسون بوكمان بين اعمال اربعة من الشغالة يشتغلون اشغالا مختلفة فكان أحدهم يشتغل في اداة المعطف والثاني في تحريك الجذاف والثالث في تحريك طولية معتادة والرابع في دق الاوتاد وكانت مدة شغل الجميع اربع نوان

كيلوغرام ١٢,٦٤٨ الى ارتفاع ١٨٥ متر فوجد الاول قدر رفع في ظرف هذه المدة ٥

كيلوغرام ٦٥,٥٨٠ مرفوعة الى مترواحد تكون نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٢,٣٤٨ شغلا قدره ٤٤,٣٩٤ فتكون ووجد الثاني قدر نقل الى

كيلوغرام ١٠٤,٢٣٧ مرفوعة الى مترواحد نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٣٠,٣٥١ الى ارتفاع ١,٣٤٢ فتكون ووجد الثالث قدر رفع الى

كيلوغرام ٤٠,٧٣١ مرفوعة الى مترواحد نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٣٢,٦١٨ الى ارتفاع ٢,٧٤٥ فتكون ووجد الرابع قدر رفع الى

كيلوغرام ٨٠,٥٣١ مرفوعة الى مترواحد والنتيجة أن النتيجة

الآخرة لا تطابق حسابات كلب التي حورها في استعمال القوة البشرية في الشاغل دانات ولكن لا يمتحن أن النتائج التي استتبعها ووبرتسون بوكمان ليست الاشغل اربع نوان فقط وحينئذ فلا مانع أن النتيجة الوقية في شغل الشاغل دانات تكون كبيرة بحيث لا تساويها قيمة الشغل اليومي بمعنى انهما لا يكونان على نسبة واحدة

فلم الانسان لا يصرف قواء الحيوانية بتمامها الا في الاعمال البدنية التي الغرض منها تحصيل اعظم النتائج وأجود ما يستعمله من الوسائط الانسانية في اشغال ارباب الحرف والصنائع لاسيما ما كان منها محتاجا الى فكر وتأمل ينبغي قصره على عمل للعقل فيه مدخلة ويصرف فيه من القوى الطبيعية جزء كبير او صغير بدون ضياع زمن * وباستكمال الصناعة يكثر من الصنائع ما كانت فيه مدخلة القوى العقلية قوية ومدخلة القوى الطبيعية ضعيفة * والانسان يزيد على العمل البدني الشبيه بأفعال الياهم من نور وحرار وفرنس وما أشبه ذلك اعمال الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والشم والذوق من حيث ان العقل هو المرشد لها في سائر اعمالها فاذا جعل الانسان لعقله مدخلة في اعماله اكتسب من ذلك معرفة عدة عظيمة من النتائج تصير له دليلا محكما يعول عليه في جميع اشغاله وذلك ما يسمى باكتساب التجربة وهو اكتساب عظيم في الفنون والصنائع

ومما ينبغي التنبيه عليه أن التجربة التي تنشأ عن التدقيق في ملاحظة الاشياء ومقابلتها ببعضها وتودع في الحافظة ثم يستعملها العقل انما هي نتيجة القوى العقلية وحسن ممارسة الحواس بهذه الوسائط التي يتوصل بها الى اكتساب المعارف يمكن للانسان أن يكتسب خبرة صحيحة وتجربة جيدة وذلك من اهم الامور في تقدم الحرف والصنائع

وينبغي للانسان في الاشغال التي لا يحتاج فيها الا لاستعمال جزء من قوته العضلية أن يجعل في حركته سرعة أكثر من السرعة الملايمة للنتيجة الكبرى بدون أن يفقد قواء ويجهده نفسه فان ذلك يقربه من النتيجة الكبرى ويوصله اليها

في أسرع وقت وهذا عام في جميع الاشغال الا ما كان منها محتاجا لمزيد الضبط
والاحكام ومتوقفا على كثرة الاحتراس وزيادة الاحتياط فمما سيق اذن التوفير
الزمن وعدم اضاعته بلا فائدة وسنبين هذه الملاحظات في الدرس الآتي الذي
تكلمنا فيه على استعمال قوة الانسان وازديادها
وعلى الانسان أن لا يقصر في مجابهة الزام الشغالة بالمثل مدة طويلة على شغل
واحد ايتاما كان من اشغال الفنون لان الازام بالمداومة على شغل واحد
يترتب عليه مضار كثيرة كالامراض المزمنة وقد تقوى
ومن كان عنده أدنى دراية بالمعارف امكنه تعيين الاشغال المطلوبة من الشغالة
وتحديدها على وجه بحيث يكون له دائما تقدير على التوفيق بين ما هو مطلوب
بعينهم على تحصيل اعظم نتيجة نافعة فلهذا كان رئيس الورش والمعلم الذي
أظهرناه لا يشتغل الا براحة الشغالة فالله المروءة من اشغالهم فخصولا
عظيما

• (الدرس الرابع) •

• (في ازدياد قوى الانسان واستعمالها على الوجه المناسب) •

قد رأينا أن نبدأ أولا بالبحث عن الطرق التي تستعمل في ازدياد القوة المطلقة
التي يمكن للانسان استعمالها في اشغال الصناعة والتي تستعمل ايضا
في تحصيل امور نافعة وهي الاستمرار والسرعة والنشاط في عمل هذه القوة
ثم نبين كيفية تحصيل هذه النتائج باجتماع القوة العقلية والقوة البدنية وسنبين
ايضا ما عساه ينشأ عن هذا الاجتماع لكل من الجنسين اى الذكور والاناث
من النتائج العظيمة التي بهما تزداد راحة العباد وتصير طاقة الشغالة جامعة
بين السعد والمعرفة فتقول

متى بلغ الاطفال من العمر خمس سنوات اوستا قد بدأ وأن تعليمهم اشغال
الصناعة فيناطون منها بما يستدعي قليل الاستعمال من القوة البدنية
وبسير التفكير من القوة العقلية فيناطون مثلا في اشغال الزراعة بحراصة
الحيوانات الاهلية المألوفة السهلة الاتقاد وفي المعامل والورش بالعمليات التي

لا يحتاج لكبير تعب ويمكن اتقانها بأدنى تدريب واقل تعويد ولا شك أن في تعويد الصبيان على الشغل من مبدء صغرهم فائدة عظيمة جداً الا انه ينبغي أن لا يسلك في ذلك ماسلكه كثير من رؤساء المعامل والورش في ابريطانيا الكبرى من الافراط والقسوة حيث كانوا يلزمون صغار المتعلمين بالشغل مدة طويلة من الزمن ويجبرونهم على مداومة العمل مدة ساعات عديدة حتى وضع أرباب القوانين لذلك قانوناً حصر الشغل المطلوب من الصبي في اوقات يسيرة وجعل له حداً محدوداً ومع ذلك اذا نظرنا الى ما يعانيه الصبي من المشقة في هذا الشغل مع حداثة وصغر سنه أخذتنا عليه الرأفة والشفقة

وفي بعض الورش التي يديرها رؤساء جمعوا بين المروءة والمعرفة تجد هؤلاء الرؤساء يعينون جزءاً من الزمن المعتد لا شغال الصبيان لاكتساب المعارف اللازمة لكل من أراد الامتياز منهم في اشغال الصناعة فكانوا يعلمونهم في ورشهم القراءة والكتابة والحساب ثم يضمنون الى ذلك بعد مدة قليلة تعليم تطبيق الهندسة والعمليات الميكانيكية كما هو الجارى الآن عند الفرنسيين فاذا لم يعلموهم هذا التعليم التأوى بل اقتصروا على الاول أمكن للصبيان بعد أن يعرفوا القراءة والكتابة وتستكمل عقولهم أن يطالعوا بأنفسهم دروس هذين العلمين ويتعلموها بدون ابرة وعماقيل يترتب تعلم هذين العلمين في جميع مدن فرنسا ذات الفنون والصنائع

واتما اذا كان التعليم خالياً عن التدبير والادارة بأن كان على وجه يضرب بعضه الصبيان لما فيه من الافراط وكثرة الشغل فان ذلك يسلب قواهم العضلية تموها وسرعها لاسيما اذا جروا في اغذيتهم واعمالهم على النظام المقر الذي بدونه لا تتم الصحة

والى هذا الوقت لم يلتفت رؤساء المعامل والورش الى تأثير الاغذية في الشغالة من حيث كمية العمل التي يمكنهم تحصيلها ومن حيث النتائج التي تكون لزيادة الشغل في راحة الشغالة وثروة رؤسائهم

فاذا قابلنا طريقة الشغالة الفرنسية في الغذاء بطريقة الشغالة الانكليزية

في ذلك عجبنا غاية العجب من التفاوت الذي بين هاتين الملتين في طريقة المعاش
فإن الشغالة الفرنسية في كثير من الصنائع لا يأكلون اللحم مدة الأسبوع
وإن أكلوه يوم الأحد فما ذلك إلا مجرد التعم والترفة بخلاف الشغالة الانكليزية
فإن اللحم عندهم هو الغذاء المعتاد

وقد قومت مقدار ما يأكله الإنسان من اللحم سواء كان في فرنسا أو انكلترا
فكانت نتيجة التقيوم أن الفرنسية إذا أكلت من اللحم ٦١ كيلوغراما
فالانكليزية يأكل منه أكثر من ١٧٨ كيلوغراما بمعنى أنه يأكل منه بقدر
ثلاثة أمثال الفرنسية وينشأ عن هذا التفاوت في الغذاء تفاوت عظيم
في القوى البدنية لأن الأغذية الحيوانية تكسب الإنسان من القوة البدنية التي
يصرفها في الأشغال كل يوم ما لا تكسبه إياه الأغذية النباتية وهذا هو البني
في كون الشغالة الانكليزية تفوق في الشغل الشغالة الفرنسية

فإذا نزلت بمقارنة الشغالة الفرنسية على أكل اللحم بقدر الامكان فإنهم
الآن في كثير من الصنائع يأخذون من المأكولات ما لا يفي بما قدوه من
القوى اليومية فلا يأتى عليهم الأسبوع الا وهم في غاية الهزال والضعف
وفي يوم الأحد يجثون عن تعويض ما قدوه من القوة بما أكلوا ومشرب
مباينة بالكلية في الطبع والكمية للمأكول والمشرب التي استعملوها قبل ذلك
في باقي أيام الأسبوع فيلحقهم بسبب ذلك من الضرر وسوء الحال ما يلحق من
مكثبات عامة طويلة ثم انهم على الأكل دفعة واحدة مع أنهم كانوا يؤملون
من تعاطي هذه الأغذية الراحة وحسن الحال فتراهم يوم الاثنين لا يقدر
على الشغل كيوم الأحد الذي هو يوم البطالة

والظاهر أن هذا هو السبب الأصلي في كون أكثر الشغالة بالمدن الكبيرة
يتركون العمل يوم الاثنين

وأعظم طريقة في جبر هذا الخلل هو تعويد الشغالة على تعاطي الأغذية الجيدة
بأن يذكروهم من ناصائح الحكمة وصحح الأمثال ما ينعشهم على ذلك فانه بهذه
الطريقة يؤمل رجوعهم عن ترك العمل يوم الاثنين ولو فرضنا أنهم لا يصرفون

في تحصيل الاغذية الجيدة التي يتعاطونها في ايام العمل الستة الاجرة عمل هذا اليوم (يعني يوم الاثنين) التي لا تزيد على مصاريفهم المعتادة لوجودوا من انفسهم في الواقع ونفس الامر اقتدارا على تحصيل كمية عظيمة من العمل في مدة الايام الخمسة فيكون ذلك وسيلة لهم في طلب زيادة الاجرة من رؤسائهم ويقطع عنهم ما يلزم الحياة المحتلة النظام من تراكم الامراض وسرعة الهرم والضعف فتطول بذلك مدة صرفهم لكمية عظيمة من قواهم العضلية وتقصّر مدة ما يلحقهم من الفاقة والفقري صورة ما اذا لم يكن عندهم اقتصاد وحسن تدبير في زمن شجوبيتهم بحيث يتخرون ما ينفعهم وقت الحاجة والكبر

وعلى رؤساء المعامل والورش ان يبذلوا جهدهم في ازدياد صندوق التوفير ويستعملوا في ذلك ما يمكنهم من الوسايط بأن يأخذوا من كل شغال مقدارا من اجرة اليومية ويضعوه في هذا الصندوق على سبيل الوديعة لوقت الحاجة اليه كحدوث مرض او بطلالة او بلوغهم سنالا يمكن معه العمل وبعد ان تكلمنا على الطرق التي تزيد بها كمية العمل ظهر لنا ان هذه الكمية لا اقل من انها زادت الخمس في مثل مدينة باريس فوجب علينا الآن ان نبحث عن الفائدة التي تعود على رؤساء الورش من هذه الزيادة فنقول

اذا فرضنا ان ورشة من ورش الصناعة يبلغ رأس مالها ١٠٠٠٠٠٠ فرنك وأن ما تصرفه مدة السنة في اصلاح ما تلحق من آلاتها عشر هذا المبلغ اعني ١٠٠٠٠ فرنك وأن فيها من الشغالة مائة شخص يشتغلون من الاسبوع خمسة ايام اجرة كل واحد منهم في اليوم فرنكان بمعنى انهم يشتغلون من السنة مائتين وستين يوما فيكون مجموع اجرتهم ٥٢٠٠٠ فرنك وفرضنا ايضا أن الاجرة السنوية للمستخدمين فيها من ملاحظين ورؤساء وغيرهم تبلغ ١٠٠٠٠ فرنك فيجمع مجموع مصاريفها السنوية هو المبلغ الآتي

رأس المال المقرض	١٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر السنوية للرؤساء وغيرهم	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر اليومية	٠٥٢٠٠٠ فرنك
المجموع	١٧٢٠٠٠

فإذا ورد لهذه الورشة في نظير اثنان بضائعها مبلغ ٧٢٠٠٠ فرنك فاتها لاتربح ولا تخسر واما اذا جري ساعلي ما هو المعتاد في سائر الورش التي تربح العشر في المائة فينبغي أن حاصل الاجر يبلغ من جهة ٧٢٠٠٠ فرنك ومن جهة اخرى ١٧٢٠٠ فرنك فمجموع ذلك ٨٩٢٠٠ فرنك فإذا فرضنا الآن أن الشغالة يشتغلون من الاسبوع ستة ايام عوضا عن الخمسة المتقدمة بأن كان شغلهم يستغرق من السنة ثلثمائة واثني عشر يوما عوضا عن المائتين والستين يوما السابقة وفرضنا انهم يعملون في كل يوم خمسا زيادة على عملهم المعتاد وياخذون اجرة مناسبة لهذه الزيادة بحيث تكون اجرهم اليومية من فرنكين الى فرنكين واربعين سنتيما ويكون مجموع اكسابهم مدة السنة ٧٤٨٨٠ فرنكا وفرضنا ايضا أن المصاريف اللازمة للاصلاح الآلات زادت قدر نصف زيادة الشغل بحيث صارت ١٢٢٢٠ فرنكا عوضا عن القدار السابق الذي هو ١٠٠٠٠ فرنك ينتج من ذلك أن مجموع المصاريف كلها هو المبلغ الآتي

رأس المال المقرض	١٠٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٢٢٢٠ فرنك
الاجر السنوية	٠١٠٠٠٠ فرنك
اجرة مائة شغال	٠٧٤٨٨٠ فرنك
المجموع	١٩٧١٠٠

فأما المال المقرض في هذا المبلغ هو ١٠٠٠٠٠ فرنك والمصاريف ٩٧١٠٠ فرنك فلما زادت كمية العمل في نسبة ٥ الى ٦ زائلا عن ١٠٠ الى ١٤٤ كان مجموع الاجرة الذي بلغ في القرض الاول

كأذكرنا ٨٩٢٠٠ فرنك

١٢٨٤٤٨ فرنك

٩٧١٠٠ فرنك

٣١٣٤٨

يلغ الآن

ولكن تكون المصاريف

فيكون الباقي

فيكون حينئذ مبلغ ٣١٣٤٨ فرنكا هو مقدار ربح رأس المال الذي

هو ١٩٧١٠٠ فرنك وهذا هو السبب في أن كل مائة صار ربحها ستة

عشر بعد أن كانت في القرض الأول تريح عشرة

وها هي النتائج المتحصلة من القرض الثاني * أولاً أن الشغلة تأخذ عوضاً

عن ٥٢٠٠٠ فرنك ٧٤٨٨٠ فرنكا وبذلك تزيد ربحهم النصف

تقريباً * ثانياً أنه يحصل عن الصناعة محصولات تزيد النصف على محصولات

القرض الأول * ثالثاً أن صاحب الورشة يربح في كل مائة من رأس ماله ١٦

عوضاً عن كونه يربح فيها ١٠

وهذا الترتيب يعود على الشغل بالمنفعة إذا قنع صاحب الورشة بربح اثني عشر

في كل مائة وجعل اجرة العمل ستة في كل مائة

ويلاحظ الآن أن نعرف ما يكون رؤساء الورش في تلك الوسائط الممكنة من عظيم

المنفعة بحيث يحصل لهم من العملة كمية كبيرة من العمل في أوقات معلومة

فنقول هي أن جملة من التعهدات الصناعية التي يترأى الآن أنها متعذرة

أو مضرة يتحقق نفعها بازدياد العمل اليومي بدون نقص الاجرة اليومية وبهذا

الازدياد أيضاً يزداد قع التعهدات النافعة * والعمل لهم في ذلك أيضاً منفعة

عظيمة فينبغي افهام كل من الرؤساء والعمل هذه المنفعة المشتركة التي ربما ترتب

عليها لكل من الطائفتين ازدياد الراحة والسعادة

وأما الوسائط التي يزيد بها العامل عمله فهي قليلة محصورة في انتظام المؤونة

واجتناب الافراط في جميع أنواع المأكل والمشرب والمواظبة على العمل

بحيث لا يضيع وقتاً من أوقات الشغل بلا فائدة

وله غير تلك الوسائط الأولية وسائط أخرى يزيد بها عمله أيضاً وهي عبارة عن

الآلات التي يشتغل بها والقطنة التي بها يحسن تشغيل تلك الآلات
فإن الآلات المعتدة للعمل على اختلاف أنواعها يحدث عنها نتائج متنوعة
تختلف باختلاف شكلها ومادتها جودة وريادة قوة وكثرة إذا العامل الذي
يشتغل مثلاً بالمبارد الجيدة الشكل والسقي يحدث من النتائج ضعف ما يحدثه
العامل الذي يشتغل في هذا العمل بمبارد لا تضاهي الأولى في الجودة وكذلك
باقي الآلات كالمقصات والبريمات الصغيرة والكبيرة والمناشير ونحو ذلك

وفي بلاد أنكلترا يعرفون حق المعرفة أهمية الآلات التي بها يحدث العامل
في اليوم كمية كبيرة من العمل ففي كثير من الصناعات الواهية بتلك البلاد يجد
عند الصانع الصغير من الآلات ما يساوي ١٠٠٠ فرنك فصاعداً إلى
١٤٠٠ فرنك بخلاف من كان على صنعه من صناعات الرنساوية فإنه قل
أن يوجد عنده من هذه الآلات ما يساوي ١٠٠ فرنك * ولنفرض
أن الصانع إذا اشتغل بالآلات مما يساوي ١٠٠ فرنك يكتسب في اليوم
٣ فرنكات وأنه إذا اشتغل بالآلات جيدة الصفة متنوعة الشكل صالحة
لكل شيء يحتاجه في صنعه وكميات مما يساوي ١٠٠٠ فرنك فإنه
يكتسب في اليوم ٤ فرنكات وذلك فرض صحيح مناسب فينتج عن ذلك
أن الصانع المذكور يكتسب في ظرف ثمانية أيام من أيام الشغل ٣٠٠ فرنك
زيادة على ما يكتسبه لو اشتغل بالآلات مما يساوي مائة فرنك

فإذا قلنا أن مبلغ ٩٠٠ فرنك الذي هو الفرق بين الآلات يلزم له مصروف
سنوي يبلغ ١٥ في المائة كان مصروف الآلات السنوي ١٣٥
فرنكاً تطرح من الربح السنوي الذي قدره ٣٠٠ فرنك فيكون الباقي
١٦٥ فرنكاً وهو الربح الخالص المتحصل من رأس مال الآلات التي قيمتها
الف فرنك

فإذا صرف الصانع من هذا المبلغ الباقي الذي هو ١٦٥ فرنكاً في تنظيم
موثته اليومية ٦٥ فرنكاً وبقي المائة في صندوق التوفير فإنه في ظرف
ثمان وعشرين سنة يحصل عنده ٦٠٠٠ فرنك وفي ظرف اثنين وأربعين

سنة يحصل عنده ١٤٠٠٠ فرنك فهذا التوفير المستقر يجده الصانع ما يكفيه مع الراحة في المعيشة زمن الهرم والشيخوخة فعلى المعلمين أن يبينوا للتلامذة تفصيلاً فائدة هذا الإبقاء ومنفعته بأن يعلموهم درسا في الحساب يعرفون به التدبير المتزلى والسعادة الالهية

وبالجملة فازدياد العمل الناتج عن جودة الآلات وتحسينها يترتب عليه فوائد عظيمة لرؤساء الورش والمعامل حسبا ظهر لنا في الصورة التي ذكرناها أن العامل يمكنه أن يزيد كمية عمله اليومية بوسائط أخرى فلذا كان الرؤساء يرغبون في أن العملة ~~يكون~~ بأيديهم جميع أنواع الآلات الجيدة التي تصلح لجميع الأشغال على اختلاف أنواعها

فاذا وقف الصناع والرؤساء على حقيقة ما ذكرناه كان ذلك باعنا للصناع على أنهم من الآن فصاعدا لا يشترون الا الآلات الجيدة من سائر الأنواع كالساطر والزوايا والبراجل التي تكون على غاية من الصحة والضبط والبارد والمقصات والبريمات الكبيرة واللواب ونحوها مما يكون قد بلغ في جودة الصفة والمادة اعلى درجة ومتى عظمت رغبة الصناع والرؤساء في هذا الغرض اضطر صناع الآلات الى مزيد الاعتناء بصنعهم وجبروا على الاهتمام بشأنها كاتخاب اجود المواد وتجهيزها ومن مثل هذا التغيير تحصل نتائج كثيرة النفع عظيمة الفائدة

ومتى وجد في الآلات جميع الصفات المطلوبة واستعمل الصانع جميع الوسايط التي تزيد بها قوته البدنية كطبيب الغذاء وحسن السلوك لم يبق عليه من الوسايط الا ما يزيد به عمله اليومي وهو أن يحسن استعمال آله ويستعمل في تشغيلها المهارة والنشاط وهذا انما ينشأ من حذق الصانع ومزيد ثقافته الى اشغاله بخلاف ما اذا تعود على الاهمال والتساهل فيما فاته قل أن يصل الى درجة الكمال والسرعة ولو فرض التخير في الشغالة لترجع منهم من كان دأبه الصحة والتفرغ للاشغال على من لازم الهذر وكثرة المحادثة واللعب والملاهاة عن الشغل فاذا نال صناعات فرنسا بزيادة السعي والاجتهاد حتى يصلوا الى

درجة صناع الانكياز في الصحة والتفرغ للعمل
ولما تكلمنا على ما يؤثر في كمية العمل من حيث هي ناسب ان نعقب ذلك ببيان
ما يكون فيه العمل ناجحا او غير ناجح على حسب ما في حركات الصانع من السرعة
كثرة وقلة فتقول

قد رأينا أن تمثل لذلك بنقل العتالين والخرسانية للأجال كما في الدرس السابق
فتقول ان العتال اذا حمل ما يحمله الناس المتوسطون في القوة وهو حمل قل أن
بلغ ٢٠٠ كيلو غرام لا يمكنه أن يهتز له اصلا ما لم يقص حمله بالتدريج
شيئا فشيئا والأمكنه أن يقطع مسافة تزيد بقص الحمل المذكور على التدريج
حتى يصير غير حامل بالكلية واذن يمكنه أن يقطع في اليوم مسافة لا تزيد بالنسبة
للناس المتوسطين في القوة على ٥١ كيلومترا وذلك في صورة ما اذا كان
مجبورا على سلوك طريق متعبة وفي الحالتين اذا ضربت النتيجة المقيدة التي
تعرف بهازنة الحمل في المسافة المقطوعة ساوت صفرا وهذه هي الحدود البالغة
الغاية التي يمكن أن نجد فيها نسبة بين الحمل والسرعة ونجد فيها ايضا أن
حاصل ضرب الحمل في طول الطريق التي يقطعها الجال بهذه السرعة هو
النهاية الكبرى

وكذلك جميع انواع الاشغال التي يعانها الانسان بجسمه او باطرافه يوجد
فيها نوع نسبة بين القوة والسرعة التي بها تحصل النتيجة الكبرى المقيدة أي
السرعة التي بها يقطع الانسان مع مقاومة موانع محدودة مسافة يكون حاصل
ضربها في هذه المقاومة هو النتيجة الكبرى

فعلى الصانع الماهر لاسيما رئيس الورش والمعامل أن يذل الجهد في معرفة
القوة والسرعة اللتين باجتماعهما تحصل النتيجة الكبرى
واذا التفت ارباب الصنائع الى هذه الملاحظات فلا بد أن يحدث في معظم اشغال
الفنون نسب جديدة بين القوة والسرعة تكون اهم واتق من النسب الحاصلة
بالتجربة والممارسة

وقد ذكر غير مرة موسيو جالواي وهو من الماهرين العارفين بالآلات

في بلاد انكلترة أن من جملة استكالات اشغال المعادن الشهيرة التي ترتب عليها آلة التعب في صناعة الحديد السائل قصان سرعة المنقب قصاينها بذلك عرفوا أن القوة اذا ضربت في المسافة المقطوعة تكون عظيمة جدا بالنسبة الى القوة المقروضة

وكثير من انواع الصناعة ما تكون فيه زيادة السرعة منشأ لقوائد جسمية وقد مثلنا لذلك فيما سبق في الجزء الثاني من هذا الكتاب بالمناسير المستديرة من حيث انه اذا زادت سرعة حركتها تولد عنها بالقوة المقروضة لها نتيجة عظيمة

واما قباب الاجسام بالارصاص والكلل والسهام وغير ذلك من الاجسام فانه عند زيادة السرعة لا يحتاج الا الى كمية قليلة من الحركة ومن هنا استعمال القوة التي بها تزيد سرعة الاجسام التي يرمى بها في الحروب وهدم الاسوار ثم انه يلزم الاهتمام بان ثبت لكل نوع من انواع الصناعة تفاوت درجات السرعة اللازم لكل عملية ميكانيكية وأن تنشر في مجموع مخصوص هذه النتائج النغمة المترتبة على العملية عند استكمالها بتقنم الفنون

وبقطع النظر عن النتيجة العظيمة المترتبة على ما بين القوة والسرعة من النسبة تجد للسرعة فوائد خاصة بها يلزم الالتفات اليها

ولنفرض أن ورشة من الورش من اى فرع كان من فروع الصناعة تستدعي أن يكون رأس مالها مليونان من الفرنكات وانه يلزم لها من المواد الاولى لاجل التشغيل ما يساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة وأن عدد الشغالة فيها مائة ومدة العمل ثلثمائة واثنا عشر يوما واجرة كل واحد منهم فرنكان في كل يوم فيكون مجموع اجرة الشغالة ٦٢٤٠٠ فرنك فيضم اليها مقدار الربح وهو ٦٢٤٠ فرنكا وكذلك مقدار ربح المليون المقروض للورشة وهو ١٠٠٠٠٠ فرنك فيكون مجموع المصاريف ١٦٨٦٤٠ فرنكا وذلك هو مصاريف تشغيل المواد الاولى التي

تساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة فيكون ربح التاجر
عشرة في المائة ويلزم في تقويم البضائع المشغولة حساب المبالغ التي في هذا
الجدول وهي

مواد أولية ٢٠٠٠٠٠٠٠ فرنك

ما يخص قيمتها من الربح ٢٠٠٠٠٠٠ فرنك

مصاريف التشغيل ١٦٨٦٤٠ فرنك

المجموع ٢٣٦٨٦٤٠

ما يخص قيمتها من الربح

مصاريف التشغيل

المجموع

فإذا فرضنا الآن أنه يلزم لهذا الشغل مائتا يوم ومائتا عامل اجرة كل واحد
منهم فرنكان كما في الفرض الأول كان مجموع اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك
عوضا عن ٦٢٤٠٠ وهو مبلغ جسيم فتكون نسبة ٣١٢ يوما من
ايام الشغل السنوي الى ٢٠٠ يوم كنسبة ١٠ الى ٦٠٤١
التي هي ربح المال في مدة التشغيل الجديدي فلي هذا لا يزيد مصاريف
التشغيل على ما في هذا الجدول وهو

اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك

مصرف الورشة ٦٤١٠٠ فرنك

المجموع ١٤٤١٠٠

اجرة الشغالة

مصرف الورشة

المجموع

فإذا ضربنا هذا العدد في ٠٠٠٦٤١ ر. تحصل معنا مبلغ ٩٢٣٦
فرنكا و ٨١ سنتيا وبإضافة هذا المبلغ الى ١٤٤١٠٠ فرنك
يكون المجموع ١٥٣٣٣٦ فرنكا و ٨١ سنتيا
وبذلك يمكن تحرير هذا الجدول وهو

اجرة التشغيل ١٥٣٣٣٦ و ٨١ م

ربح البضاعة في ظرف مائتي يوم من ايام الشغل ١٢٨٢٠٠

مجموع ثمن المواد المشغولة بطريقة التشغيل الجديدة بأن كان الشغالة مائتي
عامل والمدة مائتي يوم ٢٢٨١٥٣٦

وهذا بخلاف الفرض الأول فان اجرة الشغالة فيه لم تبلغ الا ٢٣٦٨٦٤٠

ي طرح منها ٢٢٨١٥٣٦ و ٨١ مـ

فالباقى وهو الربح الذى يقسم بين الرئيس والصانعى هو ١٩٠٣ و ١٩ مـ
ويحصل هذا الربح مع زيادة المصروف الناشئة عن ككون الشغالة
يستغرقون فى العمل اربعين الف يوم عوضا عن كونهم يستغرقون
فيه واحدا وثلثين الف يوم وما تبقى يوم (وحرف ف الموضوع فوق العدد
وحز الى القرعك و مـ وحز الى الستيم)

وهذا المثال يتضح لنا أن الورش التى يكون رأس مالها جسيما بالنسبة
الى مصروف شغالها ينبغى لها استعمال جميع ما يمكنها من الوسائط فى سرعة
الشغل ولو فى حالة ما اذا زادت على النتيجة العظمى التى يمكن تحصيلها من
الشغالة والالات

وكما تقدمت الصناعة عند اتمته من الامم وصار رأس مالها جسيما صارت
مقادير المواد الصناعية عظيمة بالنسبة الى مصاريف العملة فعلى ذلك ينبغى
لسراع الشغل حسب الامكان

فيلزم حينئذ أن نجعل من القواعد العصىة المضبوطة انه كلما استكملت
الصناعة عند اتمته من الامم زادت السرعة فى عملياتها الصناعية بحيث تحصل
عندها النتيجة العظمى فى جميع الاوقات

ثم ان التفاتوا الذى يكون فى سرعة الاشغال يمكن معرفته معرفة جيدة
اذا قابلنا صناعة الاهالى الذين لم يبلغوا درجة الكمال فى التمتن بصناعة
الاهالى الذين هم على درجة فى ذلك فان جميع الاشغال عند الاهالى
الذين لم يتقدموا فى الصناعة لا تحصل الامع غاية القصور وكذلك الاتقالات
والسياحات لا تصد ومنهم الامع غاية البطء والترانى فلا مانع حينئذ أن يقال
ان الاشغال والاتقالات فى اسبانيا قليلة السرعة جدا بالنسبة لغيرها
من ممالك اوروبا المتقدمة واما ايطاليا فهى اقل بطأ من اسبانيا
و فرانسأ أكثر سرعة واسرع منها بريطانيا الكبرى

ومنى ملك الانسان رأس مال جسيما وعرف قيمته حق المعرفة كان الزمن عنده من اهم الاشياء واعظمها حيث ان ارباحه تزداد بازدياد العمليات التي تحصل في ذلك الزمن فعلى كل انسان أن يبذل جهده في عدم اضاءة الزمن وفي سرعة جميع الاشغال على اختلاف انواعها بمجرد ما تحصل عنده رأس مال جسيم فعوضا عن كونه يسافر ماشيا يركب حربة ولوزادت مصاريفها عن مصاريف المشى فاذا لم تسغه الحربة بأن كانت تعوقه عن ادراك غرضه سلك مسلكا اخر يكون اسرع من ذلك كالبوسطة فان كان هذا الامر مهما جدا بحيث لا يسغه ذلك ليضارسل السعاة الذين هم اكثر سرعة من غيرهم وبالجملة فينبغي أن تكون مراسلاته اسرع من مراسلات الدولة وهذا الامر المرغوب الكثير النفع الذي هو زيادة السرعة بالتدريج في اتصالات الاشياء والاشخاص منذ عدة قرون لا يسعنا أن نتكلم عليه هنا تفصيلا وانما نأتي بطرف منه على سبيل الاجمال فنقول

ان توزيع الاشغال معدود من اقوى الوسائط في سرعة العمل واستكمالها وذلك انه كلما كانت الحركات المنوط بها الصانع قليلة لا اختلاف فيها كانت سهلة التكرار مع السرعة والكمال ومن ذلك تظهر النتائج العجيبة المترتبة على توزيع الاشغال

ولذا أردت بيان اهمية توزيع الاشغال بذكر المثال الشهير الذي يلهم به كثيرا ارباب الاقتصاد والفر وبيان ما ذكرناه من فائدة هذا التوزيع التي لم تصد احد لبيانها الى الآن على ما يظهر وان كانت معدودة من النتائج الطبيعية الناشئة عن حواسنا المعنوية كأنها آلة قياس ومكررة للحركات الدورية فلنمثل لذلك بصناعة الدبايس فنقول ان الصانع اذا لم يكن متعودا على هذه الصنعة بأن كلن غير متمرن على تدوير الاسلات اللازمة لها فانه وان كان يمكن من الحدق والمهارة لا يمكنه أن يصنع من الدبايس في مدة اليوم اعددا قليلا وقل أن يعمل منها اثني عشر دبايس في يومه وبموجب الطريقة الجديدة المرتبة الآن في عمليات هذه الصناعة لا يكون مجموع تلك العمليات وظيفه

واحدة بل توزع الى عدة اشغال خصوصية بحيث يسكن كل منها وظيفة مستقلة بأن يسحب أحد الصانع السلك المعدني مثلاً بواسطة الآلة المعدة لذلك والثاني يساويه ويعتله والثالث يقطع رأسه والرابع يصنع له سنا والخامس يسن منه الطرف الذي يوضع عليه الرأس وهذا الرأس ايضا من وظيفة اثنين من الصانع او ثلاثة وهناك ايضا عمليتان اخريان احدهما تطريق الرأس والاخرى تبيض الدبايس وهذه العملية غير عملية ثقب الاوراق ووضع الدبايس فيها على ذلك تكون صناعة الدبايس موزعة الى ثمان عشرة وظيفة تقريباً يقوم بادائها في الورش المستكملة عدد كثير من الصناعات كل له وظيفة تخصه

وقد ذكر آدم سميت في هذا المعنى ورشة صغيرة من جنس هذه الصناعة صناعتها لا يزيدون على عشرة ومقتضاه أن الصانع فيها يقوم بوظيفتين او ثلاث وهذه الورشة وان كانت قليلة الآلات الا انه يحصل منها في كل يوم ٦ كيلوغرامات من الدبايس فهي على ذلك تصنع منها ما يزيد على ٤٨٠٠٠ دوس فكل صانع يعمل عشر هذا الحصول بمعنى انه يعمل في يومه ٤٨٠٠ دوس وهذا بخلاف ما لو كان كل صانع يشتغل على حدة بدون أن يكون منوطاً بوظيفة مخصوصة فانه لا يعمل في يومه عشرين دوساً بمعنى انه لا يصنع من ذلك مائتين واربعين جواً مما يصنعه في صورة توزيع الوظائف واذا أمعنت النظر في هذا المعنى لم تستغرب صدور هذه النتيجة من الصانع الواحد حيث انه يحدث من الحركات ما يكفي في عمل هذا المقدار أعني ٤٨٠٠ دوس كل يوم اذ لو فرضنا أن اليوم عشر ساعات لم يساو اليوم المعتاد بالنسبة الى الورش الكبيرة لان الساعات العشرة عبارة عن ستمائة دقيقة او ثلاثين ألف ثانية فلو فرضت أن الصانع يعمل في كل ثانية خمس حركات وذلك فرض مناسب خال عن المبالغة وجدت مجموع الحركات التي يعملها في الساعات العشرة ١٨٠٠٠٠ فاذا قسمت هذا العدد على ٤٨٠٠ دوس

وجدت لكل دبوس من ذلك $\frac{1}{4}$ ٣٧ بخلاف ما اذا قطع الصانع الدبابيس عشرة عشرة وسنّها كذلك وعدلها ايضا كذلك فانه يلزم له في الحقيقة أن يحدث لصناعة كل دبوس ٣٧٥ حركة واذا فرضنا أن جميع هذه الحركات تصادف محلا ولا يضيع منها حركة سدى كان هذا العدد كبيرا جدا بالنسبة لصناعة شيء هين كالديبوس

وقد سبق أن الصانع اذا لم يكن متعودا على تكرار هذه الحركات الاولية وألزم بعمل الدبابيس واحدا بعد واحد لم يعمل منها عشرين في كل يوم بمعنى انه لا يمكنه أن يحدث في يومه من الحركات النافعة ما يزيد على ٧٥٦٠ حركة بل وتضيع منه اربعة اقسام زمنية بدون فائدة وذلك من وجوه * الاول بطء هذه الحركات وتراخيها * الثاني عدم الموازنة والاتلاف عند الانتقال من نوع الى آخر في كل وقت * الثالث كونه لا بد له من تغيير بعض الآلات واستبداله ببعض آخر ثم تغيير هذا البعض ايضا بعد مضي مدة يسيرة وبالجملة فمن الفنون النفيسة النافعة (رؤساء العامل والورش معرفة توزيع الاشغال الى مباد اولية سهلة بهذه المثابة وتقليل عددها حسب الامكان بحيث يكون كل جزء من الشغل موزعا على حدته على الصانع ور بما كانت فائدة التوزيع في الورش الكبيرة اعظم منها في الصغيرة لكثرة الصانع في الكبيرة وزيادة عددهم على صناعات الصغيرة وينبغي عند التوزيع مزيد الاعناء بحسب مدة كل نوع من انواع الاشغال حتى يحصل تناسب بين تلك الانواع وعدد الصانع المنوطين بعملها وبهذه الطريقة لا يبقى احد منهم بدون عمل ويلتقون جميعا اقصى درجة في السرعة

ومن فوائد توزيع الاشغال التي يعملها الانسان كون ذلك يؤدى الى عدة عمليات سهلة منتظمة يمكن عملها بالآلات الميكانيكية مع غاية السهولة ففي مثال الدبابيس الذي ذكرناه يمكن أن يستعمل في سن جملة من الدبابيس المصنوعة في الورشة دفعة واحدة ابحجار مخصوصة وكذلك يمكن استعمال الملاوى في طي جملة من الحلقات الصغيرة التي تتكون منها رؤس الدبابيس وفيها

دفعه واحدة واستعمال القصات التي تقطع دفعة واحدة بجله من الخيوط المعدنية بحيث تكون على الطول المناسب لحجم الديابيس وأما اخراج تلك الخيوط من المسحبة وتحويلها الى ديابيس بالآلة واحدة متنوعة الحركة فذلك من الامور الصعبة التي يحتاج الى كثير كلفة وكبير مشقة

فعلى ذلك تكون فائدة توزيع الاشغال متضاعفة اذ به تصير اشغال الانسان سريعة ويصير اقتصادها مع اشغال الآلات سهلا مؤثرا وقد سبق أن الحركات اذا تكررت تمرنت عليها الاعضاء المخصوصة بها وصارت من اسهل شيء عليها بدون أن يكون للعقل في ذلك مدخلة الا انهم قالوا ان عدم مدخلة العقل في التعليمات من اعظم المضار التي تقرب الانسان من الهائم وقد يفضي الى تأخر استكمال الفنون الميكانيكية

وقد ذكر بعض الحذاق من المؤلفين أن اقبح شيء في الانسان هو أن لا يعرف مدة حياته الا صناعة عشر دوس فقط وذلك من اعظم المضار التي تحمل بالصناعة وتضر بتقدم الفنون

ولكن لاجل الضبط في الصناعة ينبغي أن يلتفت الى المجموع لا الى التفاصيل وأن ينظر الى مجموع الصناع لا الى افرادهم فانك اذا قابلت اثنين مختلفين ببعضهما كما لو قابلت مثلاً امة الرومان التي كانت تحقر الفنون الميكانيكية بامة الانكيز التي تبذل جهدها في اقامة الآلات الميكانيكية مقام الانسان في الشغل وجدت في صورة تساويهما في عدد افراد الصناع أن احدهما تزيد على الاخرى اناسا كثيرين لا يشتغلون بانقسامهم كالبهايم

فكنت ترى في مبدء الامر عند الامة الرومانية عددا كبيرا من الناس يشتغلون بأنفسهم في ادارة ابحار الطواحين لاجل طحن القمح وعصر الزيت ورفع الماء لما أن رؤسائهم كانوا يجهلون فن استعمال القوى الطبيعية الذي يتقنه الانسان من مثل هذه الاشغال الصعبة التي هي التي بالبهايم المعدة لنقل الاجال وجرّ الاثقال بخلاف الانكيز فان هذا الشغل عندهم انما يكون بقوة الماء والهواء والبخار

وكذلك في الفنون الحشنية المستغلطة ترى أن جملة من الاعمال الصعبة
المادية التي كان يعملها عند الرومانيين اناس اشبه بالبهائم لاتعمل الا عند
الامم المتقدمة الابواسطة الآلات فعوضا عما كان عند الرومانيين من كثرة
الملاحين الذين يسرون المراكب بواسطة المجاذيف مع غاية المشقة التي بها صار
هذا العمل يضرب به المثل في كل شغل صعب بل واقول عوضا عن غير ذلك من
اشغال السفن الصعبة استعمل المتأخرون قوة الهواء قراهم الا ان يستعملون
الجناح حتى استراح السفان من كثير من الاعمال التي تجعل صناعة البحر
من اصعب الصناعات وان كانت متقدمة مستكملة

وغاية ما عرفته من الفرق بين شغالة المتقدمين وشغالة المتأخرين هو أن المتقدمين
كانوا يعملون بأنفسهم الاعمال الصعبة التي هي ألبى بالآلات واما المتأخرون
فيعملونها مع الخفة والسهولة ألا ترى أن الاول كانوا يديرون الاجار بأنفسهم
والاخر يسنون الدبابيس وكان المتقدمون يحتركون المجاذيف الثقيلة
بأيديهم والمتأخرون انما يديرون اللوالب او يرفعون الصمام ومثل ذلك بحسب
الظاهر لا يقضى الى تعب ولا يضر بصحة البشر

وقد اظهرت صناعة المتأخرين اعمالا كثيرة كان يجعلها القدماء بالكلية وكانت
سببا في اتساع دائرة العقل وازدياد المعارف فان طواحين الهواء والماء والجناح
زيادة على كونها اتقنت النوع الانساني من معاناة هذه الاشغال الصعبة التي
حقها أن تكون بواسطة الآلات تستدعي بالنظر لعمارتها وصناعتها كثيرا
من الصناع الماهرين اصحاب المعارف الذين لهم خبرة بالميكانيكا والطبيعة
والكيمياء وكذلك بقية الحرف على اختلاف انواعها كصناعة الساعات
والآلات الحسابة والآلات الهيئت والآلات النظر ونحو ذلك فانها تستدعي
صناعا متمرنين ذوى قرائح ومعارف وبذلك يعرف أن الفنون التي جعلها
المتقدمون وعرفها المتأخرون كثيرة جدا ولا شك أن كل فن منها يستدعي
صناعا مخصوصين وآلات جيدة ومجموع ذلك كله يستدعي ايضا بالنظر
لاجرائه وعموم ادارته وكذلك بالنظر لعملياته الاصلية اناس ذوى خبرة صحيحة

وعقول ذكية رجيحة

ولامانع أن يستنبط من ذلك اعتقاد على حوادث صحيحة وأفعية أتم مع توزيع
الاشغال ومع الصناعة الآلية التي انخرط في سلكها عدة فنون مستكملة
بواسطة تقدمات هذه الفنون لاسمها باستكشاف الميكانيكا يوجد الآن
من الصانع المحتاجين الى ما هو لازم لصنعتهم من القنطة والممارسة اكثر
مما كان يوجد منهم في الزمن السابق عند الامم التي لم تكن الصناعة عندهم
مستكملة وقد عرفت أن لا التفات الى ما وقع من الاعتراضات الواهية
والمناقشات اللاغية في شأن استعمال الآلات وتوزيع الاشغال لما أن ميل
الحواس الى تكرار الحركات البسيطة السهلة المتشابهة مع الانتظام والسرعة
يجعل هذا التوزيع من اهم الامور واكثرها فائدة

وانما يجب الالتفات الى معرفة الوسائط القوية المتنوعة التي تستعمل
في تحصيل نتيجة عظيمة من القوى البشرية المتنوعة على اشغال الصناعة
بموجب تقسيم تلك الاشغال وتوزيعها اللازم وانما تحصل تلك النتيجة
باستعمال العدد والآلات والآدوات الجيدة وبالا سراع في العمليات بسرعة
مناسبة لقوة المواد وللأهمية ولزوم الاحتياجات التجارية وبأن يضاف
الى ذلك جميع وسائط المعرفة والمهارة التي بها يمكن اجتناء ثمرة ما ينتج عن
الملاحظة والدقة

فنبعث حينئذ عن تعليم الناس المعدين للصناعة وهذا التعليم ليس الغرض
منه مجرد تعويد الاطراف والجسم على الحركة بل الغرض منه ايضا استكمال
الحواس كما ذكرناه في المدرسين الاولين وكذلك استكمال العقل ومعرفة القراءة
والكتابة والحساب والهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون

فحق ضمنا جميع تلك الوسائط الى بعضها لاجل أن تفصل من القوة البشرية
على اعظم نتيجة ممكنة تعجيبنا غاية العجب من النتائج العديدة المتنوعة الكاملة
المتحصلة من هؤلاء الناس • فاذا زدنا في الناس المهتمكين على الصناعة وسائط
المعرفة والتعود على الملاحظة فان استكالات الفروع التي نشأ عن مجموعها

نتائج عظيمة تزداد في جميع انواع الاشغال فتزداد بذلك الاختراعات وتكثر
الابتداعات ولا بد أن يكون فيها اشياء مهمة كثيرة النفع وبهذا تأخذ
الصناعة في سرعة التقدم والاستكمال

وحيث اتينا الى الآن لم نسلم على اشغال النساء اليدوية وجب علينا أن نلقت
الى هذا الغرض المهم فنقول ان قوة النساء العضلية أقل بكثير من قوة الرجال
لأنهن دائماً عرضة لامراض كثيرة فانهن متى حملن صرن غير مقتدرات على
الشغل البدني بالكلية بل ربما كن غير صالحات لاشغال الصناعة مطلقا
في اواخر مدة الحمل وفي ايام الولادة وما قاربها وكذلك في مدة الرضاع
وتربية الاطفال لا يتفجع بهن في اعمال الفنون الانادرا

فحينئذ ينبغي أن لا يلبس النساء الا بالاشغال التي مدخلة العقل فيها أعظم
من مدخلة القوة الطبيعية فان عقولهن يملن الى الرفة كثيرا وفيهن قابلية
لزيادة الالتفات والتنبيه الى ما كان من الاشياء بسيطا سهلا لاما كان معبئا
يستدعي دوام الفكر وقوة الفطنة في جميع الاوقات

ولا يخفى أن الصناعة متى تقدمت وجد فيها اشغال كثيرة تليق بالنساء فان
المرأة التي لا تقدر مثلاً على مباشرة الاشغال الكبيرة بقوتها يمكنها أن تلاحظ
حركة آلة قوية بأن توضعها عن الحركة او تحركها بواسطة رافعة صغيرة او وتر
خفيف بحيث يمكنها اجراء هذا العمل احسن من القوى من الرجال

فعلى رؤساء المعامل والورش أن يوزعوا اشغالهم على الاشخاص توزيعاً مناسباً
بحيث يكون للنساء فيهما وظائف يقدرن على اجرائها بهذه الطريقة يمكنهم
أن يقللوا اجرة الرجال وان كان مجموع اجر الصناع جميعاً يبلغ مقدارا عظيماً

وجميع ما قيل في حق النساء يقال في حق الاطفال بمعنى انه لا ينبغي أن يلبسوا
الا بما كان في وسعهم من الاشغال التي لا تضرب بصحتهم وينبغي ايضاً
أن يعطى لهم من الزمن فسحة كافية تسع فيها اثره عقولهم بمبادئ التعليمات
(راجع ما يتعلق بذلك في الدرس الثامن والتاسع في الصناعة من الجزء الثاني
من هذا الكتاب) وهناك امر اخر مهم جداً يتعلق بتربية طائفة الصناع

وهو انه يلزم تعويدهم بالتدريج على احترام بعضهم بعضا وعلى معرفة اهمية المعيشة الالهية المنتظمة وعمرتهم على معرفة ما يترتب في الممالك المتقدمة من السودود والشرف على حسن سلوك الرجال والنساء وتوقير بعضهم بعضا الذي ينشأ عنه ايضا الالتئام والسعادة ومتى رأيت الراحة ناتجة عن تقدم الصناعة واستكمالها وجدت الاشغال البدنية التي كانت لا تعمل الا بالقوى البشرية تعمل بواسطة الآلات ورأيت اعمال الصناع تستدعى مزيد العلم والتفكر والفطنة والتمييز ووربما ترتب على هذا التغيير والاصلاح الحاصل في الاشغال اصلاح الاخلاق وتهذيبها وبذلك تحصل مبادئ السعادة الالهية والراحة العامة

(الدرس الخامس)

(فيما يتعلق بقوى الحيوانات)

ومع ما نحن عليه من استكمال العلوم واتساع دائرة القنون لم نزل نستغرب ما عليه النوع البشري من كمال العقل وقوة الفطنة التي وصل بها الى استعمال قوى المواد الغير الحية في تحصيل محصولات منتظمة وتأتي بحجة مضبوطة القياس من حيث أبعادها ومدتها وشدةها واغرب من ذلك هو أن البشر عرفوا من مبدء القنن والاجتماع والتأنس طريقة تقع الحيوانات ذات العقول والشدة وكيفية تذليلها وعرفوا ايضا طريقة تغيير ما لا يقبل التغيير وميزوا بين طبائع الاناس والاصناف وعرفوا كيف يكسبون هذه الحيوانات صفات التذلل والتأنس والاتقياد والطاعة بدلا عن النفور والتوحش حتى انطبع ذلك فيها وصار من صفاتها الغريزية وهذا هو اول ما استكشفه العقل البشري واستخرج من حيز الجهالة ولكن هذا الامر الذي هو في حد ذاته يوجب التعجب والاستغراب على الدوام قل استغرابه وتناقص استعظامه بسبب تكرره واعتياده

قل أن يكون لنا الآن فضل فيما يصدر عنا في هذا المعنى من التذليل والتأنس والتعليم للحيوانات التي تأنس منذ مدة طويلة حتى صرنا نستخدم اصنافها

في ضرورتها واحتياجاتها وصارت افرادها بالنسبة اليها كالعبيد
والاصحاب بل اذا قابلنا هذه الافراد بافراد اخرى من صنفها متوحشة
لم تتأنس ولم تخالط النوع الانساني عرفنا انه لا يذلل البشر من مزيج المهارة
والصبر والشجاعة حتى يذل عدّة عظيمة من تلك الحيوانات التي هي اكثر منه
سرعة وقوة وجسارة

وليس في الحيوانات المتأنسة ما يستعمل في الاشغال الا اصناف قليلة
وذلك لان معظمها لا يستعمل الا في ضرورة الغذاء والقوت وبعضها
يستعمل في مجرد الحفظ والاهم كالطيور المفتردة والحيوانات المفتردة ومنها
ما هو كثير التلطف والتودد فيكتسب بذلك منا الميل والعزة حتى نغذيه
صاحبا ورفيقا غير ان هذه الحيوانات لما كانت مجردة عن التصور والتفكير
في شأن صروف الدهر من سعادة وشقاء كانت في خسة العبودية وذل التبعية
على حالة واحدة بحيث لا يزيد ذلك فيها بازدياد عظمتها وثروتها ولا تنقص
بنقصان اموالها وقوتها فلذا كان الانسان اذا اشتد فقره وصار على غاية
من الفاقة والمسكنة لا يبق معه من الاصحاب الا الكلب

ثم انه زيادة على اهمال اصناف الحيوانات التي لا تستعمل الا في اللهو
والحفظ وعدم التعرض للكلام عليها يلزم أن تقتصر هنا ايضا على اصناف
الحيوانات التي تحصل عن قوتها محصولات ميكانيكية كثيرة الفائدة والمنفعة
فنعول

ان هذه الاصناف المهمة تختلف باختلاف صورها الظاهرية وتراكيبها
الباطنية وهذا الاختلاف الذي هو من موضوع علم التشريح المقابل
والفلسوفية ينشأ عنه في هذه الحيوانات تفاوتات شتى بالنظر الى قوتها
من حيث هي وبالنظر الى كيفية استعمال قواها والى مدة الشغل الذي
في طاعتها ولما كان لا ينبغي لنا هنا أن نتكلم تفصيلا على هذه التفاوتات لكونها
من موضوع علوم اخرى رأينا أن تقتصر على ايراد بعض امثلة سهلة
متعارفة يتوصل بها الى معرفة هذه الاختلافات الكبيرة فيما يخص القوة

والتركيب فتقول

إذا اعتبرت حيوانا من حيث جمال صورته وقوة بنيته وكونه يرفع مع الخيلاء
والاجباب رقبته اللينة ورأسه الذي يلوح عليه علامات الحمية والشدة وكونه
لين الجسم ناعم البشرة قابلا للحركات السريعة المتنوعة دقيق عظم الساق
ثابت القدم إذا سار رأيت لسيقانه واقدامه اتصالات متنوعة واندفاعات
مختلفة باختلاف انواع السير بطأ وسرعة وكذلك من حيث صبره على قطع
المسافات الكبيرة واقتداره على مجاوزة الخنادق والحفر الواسعة والربوات
العالية بوثبة واحدة وكونه هو الذي أمكن استعماله من الحيوانات لجبر
ما قين من البطء وعدم ادمان الحركة وجدت هذه الاوصاف الصالحة
وان كالم نستوعبها كلها متحققة في صنف الخيل الذي أمكن للنوع الانساني
تذليله وتعويد على السير والحروب

واذا اعتبرت حيوانا آخر لم يكن على هذه الصفة اللطيفة بل كانت اعضاؤه
صلبة ورأسه ضخما تقريبا مرتبطا بالذئع بواسطة اعصاب كثيفة وجهته
عريضة لها قوة عظيمة في الدفع والمصادمة وحركته في المشي بطيئة لقصر
سيقانه وعدم لين مفصله لكنه كثير الصبر والمداومة على مكابدة العمل حتى
انه يستغرق الايام الطويلة من القبر الى الغروب ماعدا بعض اوقات قليلة
للاستراحة في شق الارض اليابسة الصلبة وجدت هذه الاوصاف متحققة
في صنف الثيران الذي ينبغي استعماله في المجهودات العظيمة والمشاق الجسيمة
مع التؤدة والتأني

ومعرفة مثل ذلك اهم واولى من معرفة تأليف الحيوانات ونسييرها ومعرفة
طبائعها بل واقول انها اهم ايضا من تعليمها وتربيتها وهي ليست اجنبية
مما نحن بصدده غير انه لما كان استيعاب الاوصاف على الوجه المذكور
مما يطول شرحه لم أنكتني في ذلك بالاحالة على ما ذكره منها بوفون
في طبائع الحيوانات فانه بذلك اكسب الشهرة المخلفة وحاز الفضل وحسن
السيرة الدائمة مادامت تلك الحيوانات التي أحسن في وصفها بالسلوك فصيح

وأجاد في بيان طبائعها على وجه صحيح
وأحبل القارئ ايضا على مختصر مقيد للمؤلف بوريلي تكلم فيه على قوة
الحيوانات وكذلك أحيله على بعض دروس من التشریح المقابل للمعلم
جوويه جمعها ونشرها المعلم دي موريل احد اعضاء اكاديمية العلوم
فان هذه الدروس تكلمت على سكون الحيوانات وحركتها بملاحظات دقيقة
ومناقشات نفيسة تتفق من أراد استعمال قوة الحيوانات في الصناعة
والاوفق أن يؤلف في ذلك كتاب كامل يشغل على تربية الحيوانات النافعة
ويشكلم على الوسائط المتنوعة التي تستعمل في تذليلها وتعويدها على الاشغال
التي يحتاجها النوع الانساني فاذا شرح هذا الكتاب بما يحتاج اليه من
الهندسة والميكانيكة والتشریح والفلسافية وامتنع ما فيه من العمليات
الاصلية باجرائها على القواعد والنسائج النظرية فلا بد وأن تحصل منه على
معارف جديدة جيدة تخص استعمال قوى الحيوانات في اشغال الصناعة
مع كثير من النفع والفائدة

وقد يستعان على الاشغال في بلاد الشمال بيقر الوحش اذا تانس وفي بلاد
المناطق المعتدلة بالفرس والحمار والبغل والثور والجاموس والكلب
وفي الاقطار الحارة بالحمار المخطط والصيل والجل والمهجان وغير ذلك ولا تتعرض
للبحث عن القوى الحيوانية التي يمكن استعمالها في الصناعة بغير اقطارنا
ولنتقصر على الاهتمام بمعرفة النوع الاصل من الحيوانات الشغالة التي هي
كلها من ذوات الاربع كما يشهد به العيان لفرط قوتها وقبولها للناس اكثر
من غيرها ونبد منها بالخليل لانها اكثر استعدادا للعمل والجر وانواع السرعة
المتفاوتة والتجلد على قطع المسافات الطويلة اليومية فنقول
ان الخيل ليست على حد سواء في الاستعداد لجميع انواع الحركة بل منها
السمين الذي لا يصلح الا لجر الاحمال الثقيلة ومنها الضئيل الخفيف المرتفع
القامة الذي يصلح للعدو والجرى اكثر من غيره
وللعادة دخل في اكساب الخيل استعدادا قليلا او كثيرا لانواع كثيرة من

الاشغال فتجد الخيل المتعودة على السير في البلاد الجبلية مثلا تصعد وتهبط على الطرق الوعرة المتحدرة بدون تعب بخلاف المتعودة على مجرد السير في السهول

وبالجملة فأنواع الخيل مختلفة فمنها ما هو عالى القامة ومنها ما هو منى ومنها ما هو قوى ومنها ما هو رشيق خفيف وهى ايضا متفاورة في هذه الاوصاف وله وكثرة وبموجب تلك الاوصاف المختلفة يكون استعمالها خفيا ما يستعمل للزينة والرماية ومنها ما يستعمل في الاشغال النافعة كغيره من الحيوانات المعدة للحمل او الجر ومنها ما يستعمل في السير البطيئ ومنها ما يستعمل في السريع سواء كان كل من البطء والسرعة قليلا او كثيرا وفي مملكة فرانسى بعض أنواع من الخيول الطريقة المستعملة لجميع الشروط اللازمة لسائر الاشغال الا انها السوء الحظ قليلة الافراد وهى ايضا صغيرة ضعيفة فان الحروب الاخيرة هلك فيها بالتدريج معظم تلك الخيول النفيسة حتى اضطررنا الى بذل الجهود في تعويض ما خسره الصناعة من هذا النوع

ثم ان الفرس الجيد الذى يحمل فارسه وجميع ما يلزم لهما من الادوات وال لوازم ~~يجب~~ أن يقطع مع هذا الحمل الذى يبلغ ٩٠ كيلو غراما مسافة ٤٠ كيلومترا في ظرف سبع ساعات او ثمانية من كل يوم فتكون جملة شغله اليومية ٣٦٠٠ كيلو غرام منقولة الى كيلومتر واحد

والحمل المعتاد للفرس المعدود من حيوانات الاحمال قد يحصل فيه التفاوت من ١٠٠ الى ١٥٠ كيلو غراما بمعنى أن نتيجة شغله النافعة ٤٠٠٠ كيلو غرام منقولة الى كيلومتر واحد في طريق اقلية تقريبا

وقد سبق أن نتيجة شغل الجمال اليومية عبارة عن حمل قدره ٤٤ كيلو غراما يتقل الى ٢٠ كيلومترا أعنى ٨٨٠ كيلو غراما منقولة الى كيلومتر واحد وذلك عبارة عن خمس نتيجة الشغل اليومي للفرس المستعمل لحيوانات الاحمال فعلى هذا يمكن نقل هذا الحمل في يوم واحد الى نفس تلك المسافة بعشرين فرسا او بمائة رجل فاذا جرينا على ما هو المعتاد من تقويم قوة

فرس الجمل بقوة ثلاثة رجال يحملون الاثقال على ظهورهم فأقل ما يبلغ الخطأ
٤٠ في كل مائه

وأعظم طريقة في استعمال الخيل هي أن تستعمل الحيوانات الجمل لا كحيوانات
الجمل فإذا عملنا بمقتضى ما يوجد في الخانات التي تخرج منها الاحمال من
الحسابات المنظور فيها الى القوة المتوسطة لخيل الجمل رأينا أن الفرس يمكنه
أن يجتر في اليوم الواحد ٧٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٧٥٠ بدون
أن نحسب في ذلك ثقل العربية ويمكنه أيضا أن يقطع بهذا الجمل على طريق أقصبة
مسافة ٣٨ كيلومترا في اليوم الواحد فعلى ذلك تكون نتيجة شغله النافعة
٧٠٠ كيلوغرام او ٧٥٠ مكررة ٣٨ مرة ومنقولة الى كيلومتر
واحد بمعنى انها في الصورة الاولى تساوى ٢٦٦٠٠ كيلوغرام
وفي الثانية ٢٨٥٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد ومن هنا
نظهر منفعة الآلات فالتاواستعملنا آلة بسيطة خفيفة الكلفة كالعربة
النقالة ذات الجلسين رأينا أن ما كان يتحمل بالجمل على الظهر
٤٠٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد يتحمل بجتر هذه الآلة قدر ذلك
سبع مرات

ولو قابلنا شغل حصان يتحمل بالجمل بشغل انسان يحمل على ظهره وجدنا نتيجة
الاول قدر نتيجة الثاني ٣٢ مرة فاذن كل اثنين وثلاثين حمالا لا يتقلون
بالجمل على ظهورهم الا حمل حصان واحد يتحمل بالجمل وهذه نتيجة
مهمة جدا

وخيل الجمل تمشي دائما بالتأني والراحة وانما تكون حركتها بطيئة قليلا
في الصعود وسريعة قليلا في الهبوط وهذا تقريبا كسير الجيوش القرنساوية
السريع فهي تقطع في الساعة الواحدة مسافة ٤ كيلومترات فأكثر
الى ٥

ولتسكنم الآن على شغل الخيل المستعملة في جتر العربات مع سرعة السير فنقول
ان عربات السفر اى العربات التي ينزل فيها المسافرين لا يجرها عادة الا الخيول

التي تسير خبيبا بحيث تقطع في الساعة الواحدة بريداً عن ٨ كيلومترات
فعلى ذلك تقطع في اليوم الواحد مسافة ٣٤ كيلومتراً فاصعد الى ٣٨
وهي على العموم كل واحد منها يتقل ثلاثة اشخاص بامتعتهم ولا يحسب عادة
على السياح ١٥ كيلوغراماً من أمتعته بل ربما كان معه ضعف ذلك
بدون حساب ولا يحسب عليه ايضاً ما معه من الصرر التي تخص مأموريته
مع أن ذلك كله محمول على العربية وحينئذ فلا مانع أن نقول بدون مبالغة ان
جمله الاثقال التي لا تحسب على كل مسافر تبلغ ٥٠ كيلوغراماً وباضافتها
الى رتبة جسمه المقدرة بسبعين كيلوغراماً تبلغ ١٢٠ كيلوغراماً
وباضافة ذلك الى الثقل المقدّر لكل حصان تبلغ ٣٦٠ كيلوغراماً فاذا
ضربنا هذا العدد في ٣٦ كيلومتراً التي هي مقدار المسافة المتوسطة
المقطوعة في اليوم الواحد تحصل معنا ١٢٩٦٠ كيلوغراماً منقولة الى
كيلومتر واحد

وقد كان يمكنني أن اخذ بعض هذه الحسابات من رسالة جونيرو التي ألفها
في تجربة علم الآلات الا اني وجدت النتائج التي استخرجها من هذه
الحسابات تحتاج الى بعض تحقيق ونظر

ثم اتينا نجد مقدار ١٢٩٦٠ كيلوغراماً المنقول الى كيلومتر واحد هو
النتيجة النافعة للحصان الذي سرعته في السير ضعف سرعة حصان الجزار الذي
نتيجته النافعة ٢٥٨٠٠ كيلوغراماً منقولة الى كيلومتر واحد فعلى ذلك
اذا لم نعتبر الاثقل الاشياء المراد نقلها والمسافة المراد قطعها بدون اعتبار الزمن
رأينا أن الاصول استعمال خيول الجردون خيول عربات السفر
ولاجل نقل الاثقال والاشخاص من مدينة باريس الى مدينة كالس
تأخذ عربية السفر على كل كيلوغرام اجرة متوسطة قدرها ٢٥ سنتيمات
واما عربية الجرد فتأخذ على كل كيلوغرام ٩ سنتيمات
ونسبة النتائج النافعة اليومية لخيول السفر وخيول الجرد كنسبة ١٠٠ : ٢٢٠
بجلاف نسبة اجرة النقل فانها كنسبة ٢٧٨ : ١٠٠ فينتز

يومية حصان عربية السفر تزيد على يومية حصان عربية البحر الربع تقريبا ولكن هذه الاجرة لا بد منها لاصحاب البوسطة مكافأة لهم على سرعة خيلهم ولا بد منها ايضا لصناع عربات السفر نظرا الى أن عرباتهم أعلى قيمة من عربات البحر

وهذا التقريب يكفي في بيان أن تقويمنا للنسب التي بين النتائج النافعة لعربات السفر وعربات البحر ليس بعيدا عن المقدار المتوسط الحقيقي لان مثل هذه المباحث يقتصر فيها على التقريب الممكن واذا لم نلتفت الا الى الاقتصاد في كية العمل وأجرة النقل فلا نستعمل الا عربات البحر كما تقدم

ثم ان عربات السفر الاولى اى التي هي اول ما صنع من هذا النوع كانت لا تزيد في السرعة على عربات البحر الا قليلا ومع ذلك كان في استعمالها اقتصاد ووفر عظيم وكانت ملائمة للبلاد التي كانت فيها الصناعة اذ ذلك غير متقدمة والمعارف غير متسعة ولـكن كلما تقدمت الفنون واتسعت دائرة التجارة وجدت كما في الدرس السابق أناسا كثيرين من اصحاب الاشغال المهمة يعرفون قيمة الزمن حق المعرفة فخل هؤلاء الانخاص يحبون السفر بغاية السرعة ولو بلغت الاجرة ما بلغت فهذا هو اصل زيادة السرعة في عربات السفر بالتدريج ومن ثم كانت البلاد التي استكملت فيها الفنون واتسعت فيها دائرة التجارة هي التي يسافر فيها الاشخاص مع غاية السرعة في بلاد ايطاليا لا يسافرون الا على عربات سرعتها تزيد النصف على سرعة عربات البحر وفي فرانسا تكون سرعتها ضعف سرعة عربات البحر مرة او مرتين وفي انكلترا ثلاثا او اربعا وكثير من طرق هذه المملكة ما تقطع فيه الخيل في الساعة الواحدة مسافة ١٢ كيلومترا وفي اليوم الواحد مسافة ٤٠ كيلومترا فصاعدا الى ٤٨

وكل أربعة من خيل الانكليز تجزأ أربعة اشخاص يجلسون في داخلها وتسعة فوقها واثنين في محل العربي فالجموع خمسة عشر

فأذن كل حصان انكليزي يجتز ثلاثة أشخاص و $\frac{3}{4}$ وذلك أكثر من الخيل
الفرنساوية ولكن العربات الانكليزية خفيفة جداً حتى انه لا يحتاج فيها الى
سواق يركب ظهر الحصان فينقص قوته الثلثين تقريباً
فاذا قدرنا أن السباح مع اثقاله يبلغ في انكلترة ١٢٠ كيلو غراماً
كما في فرنسا رأينا أن الحصان الانكليزي يتقل ٤٥٠ كيلو غراماً الى
مسافة ٤٠ كيلومتراً وهو يساوي ١٨٠٠٠ كيلو غرام منقولة الى
مسافة كيلومتراً واحداً (ولملاحظ أن ائمال السباح في انكلترة أقل بكثير
مما في فرنسا كما أن عربات السفر فيها لا تحمل من الاثقال ما تحمله العربات
الفرنساوية)

فأذن النتيجة النافعة للحصان الانكليزي الذي يجتز عربة السفر تزيد نحو
الثلث تقريباً على نتيجة الحصان الفرنسي
وقد تصدى بعض مؤلفي الارلندية الى مقابلة الصناعة الفرنسية بالصناعة
الانكليزية فلم يقتصر على أن يفضل بكثير ابناء وطنه على اهل فرنسا بل فضل
ايضاً خيول مملكته على الخيول الفرنسية وجعل بينهما تفاوتاً عظيماً حيث
اثبت بمقتضى حساباته أن نسبة قوة الحصان من خيول البريد المستعملة
في أدنى البومطات يلاذ انكلترة الى قوة الحصان الفرنسي المستعمل
في جزر عربات السفر كنسبة ٩ : ٤ مع انك اذا قومت زنة الاثقال
والعربات تقويما صحيحا وجدت النسبة الحقيقية لا تبلغ ٦ : ٤
ومع انه قد تبين خطأ هذا المؤلف في حساباته فعلياً أن نلاحظ أن الامة التي
لا تفصل خيلها على خيل البلاد المجاورة لها الا بالثلث او الربع فقط تكون
على فائدة عظيمة ومنفعة جسيمة اذ بواسطة هذه الحيوانات المساوية للحيوانات
المفضولة في العدد وفي كمية الغذاء تقريباً تكون النتيجة المتحصلة عندها زائدة
الثلث او الربع على النتيجة المتحصلة عندها من اصحاب الخيول المفضولة
ولكن خيول انكلترة المستعملة في انواع الاشغال الصناعية على العموم لا سيما
المستعملة في جزر العربات عموماً يزيد عددها بكثير على عدد الخيول المستعملة

في هذه الاشغال يولد فرانساً فعلي ذلك يكون الانكليز اكثر جدّاً في الحركة والانتقال من الفرنسيين

وقد اشتغلت فيما أديته من الابحاث في شأن قوة ابريطانيا الكبرى بالمقابلة بين محصولات هذه المملكة المتحصلة من النوع الانساني وغيره من الحيوانات ومنتجات مملكة فرانساً فظهر من ذلك بين المملكتين نسبة تقريبية ينبغي الالتفات اليها ولتبدأ من ذلك بمقابلة عدد الافراد من كل نوع فنقول

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى نسب

النوع الانساني	١٣٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠٠	٢٠٨٦ : ١٠٠٠
الخيل	٢١٢٢٦١٧	١٧٩٠٠٠٠	١١٨٦ : ١٠٠٠
البقر وغيره	٦٩٧٢٩٧٣	٥٥٠٠٠٠٠	١٢٦٧ : ١٠٠٠
الحيوانات ذوات الصوف	٣٥١٨٨٩١٠	٢٦١٤٨٤٦٣	١٣٤٦ : ١٠٠٠

ولنقابل الآن عدد النوع الانساني بعدد الحيوانات بأن تذكر من هذه الحيوانات عدداً يناسب عشرة آلاف من الاهالي فنقول

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى نسب

الخيل	٦٧٨	١١٩٣	١٠٠٠٠ : ١٧٥٩٦
البقر وغيره	٢٢٢٧	٣٦٦٦	١٠٠٠٠ : ١٦٤٦١
الحيوانات ذوات الصوف	١١٢٤٢	١٧٤٣٢	١٠٠٠٠ : ١٥٥٠٦

فاذا جعلنا قوة الانسان المتوسطة حدّاً للمقابلة ظهر لنا على وجه التقريب من الاعداد الآتية القوى المتحصلة من الانواع الآتية

في فرانساً في ابريطانيا الكبرى

المتحصل من النوع الانساني	١١٠٠٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠٠
من الخيل	١١٠٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
من البقر وغيره	٢١٠٠٠٠٠٠	١٦٥٠٠٠٠٠
فيكون مجموع تلك القوى الحيوانية	٤٣٠٠٠٠٠٠٠	٣١٥٠٠٠٠٠٠

وبناء على ذلك تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني في مملكة فرانس
الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى تسعة وعشرين
وفي ابريطانيا الكبرى تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني الى مجموع
قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى ثلاثة وخمسين
واما الزراعة التي يستعمل فيها معظم قوى الحيوانات غير النوع الانساني فان
شغل الانسان اللازم فيها لتكميل هذه القوى لا يقوم به في ابريطانيا الكبرى
الاثلث الاهالي بخلاف فرانس فانه لا بد فيه من الثلثين وعليه فالخصوص
باشغال القنون والصنایع من اهل ابريطانيا الكبرى هو الثلثان ومن اهل
فرانس الثلث فقط وهذا بمجرد يدل على أن المحصولات الصناعية والتجارية
التي تحصل في ابريطانيا الكبرى بواسطة القوة الحيوانية المنضجة الى
القوة الانسانية تفوق بكثير محمولات فرانس

ولهذه الحيوانات المستعملة في اشغال الصناعة والفنون منفعة اخرى
في الصناعة فانه يحصل منها مواد اولية كثيرة النفع والفائدة حتى ان الصناعة
في ابريطانيا الكبرى تجد كثيرا من المواد الاولية اللازمة لكل شخص
من حيث شغله وصنعتة كالجلد والشعر والقرون والعظام والامعاء وغيرها
ويراد على ذلك اصواف الحيوانات ذوات الصوف وجلودها فلذا كانت
اشغال الصناعة يلزم لاجرائها مع ملاحظة النسبة المقررة كمية عظيمة من
الانحصاص وكذلك الحيوانات التي يستعين بها الانسان على اشغاله فانه
يحصل منها ايضا في ابريطانيا الكبرى مقدار عظيم من المواد الاولية
بالنسبة لما في فرانس ولما كانت حيوانات ابريطانيا الكبرى على
العموم اقوى من حيوانات فرانس كان الغذاء المتحصل منها للانسان
في نسبة ١ الى ٣ تقريباً وحيث كان هذا الغذاء الحيواني بتلك
المثابة اى زائدا بقدر ثلاث مرات فان شغالة ابريطانيا يكتسبون منه ايضا
قوة عضلية كبيرة ويكتسبون منه ايضا قوة على تحمل المشاق الصعبة
والجهد لها زمان طويلا

هذا ولا اطلب هنا في هذه الملاحظات لاني سأتكلم عليها تفصيلا وأينها بياناً
شافياً عند طبع بعض رحلاني الذي تكلمت فيه على القوة المنتجة في ابريطانيا
الكبرى

وقد عدت في مملكة انكلترة ١٠٠٠٠٠٠ حصان من الخيول الختارة المعلقة
في العربات الصغيرة والكبيرة التي تشتغل ثلثمائة يوم من السنة
ويجتر كل واحد منها في كل يوم ٨٠٠ كيلوغرام الى مسافة ٤٠ كيلومترا
فيكون المجموع الكلي في السنة الواحدة ٩٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠
من الكيلوغرامات منقولة الى مسافة كيلومتر واحد فاذا أضفت الى هذا المقدار
الشغل الذي لا يتقص عن عشرة اضعاف المجموع المذكور كالشغل المتحصل من
خيل عربات السفر وعربات البوسطة وخيل التعليم وخيل الحراث عرفت كمية
القوى العظيمة التي ينتفع بها الانسان من الخيل في اراضي انكلترة القليلة
الاتساع ولا تنس أن مجموع القوى المتحصلة عن الآلات البخارية يزيد بكثير عن
مجموع قوى خيول الجتر وخيول الزينة معا فاذا حسبنا بعد ذلك ما يستعمل
في الملاحة على الانهار والجبلان والشواطئ من قوى الماء في الآلات المائية
وقوى الماء والانسان جميعا عرفت كيف تكون البلدة الصغيرة من بلاد
اوروبا معدودة مع صغرها من البلاد التي تكون فيها القوة على العيوم
أعني مجموع ما يستعمل فيها من القوى الطبيعية كبيرة جدا

ثم ان الانكليز لم يكتفوا بكثير عدد الحيوانات التي يستعملونها بل اعتنوا ايضا
بتحسين اصلها فتوصلوا بذلك الى تحصيل خيول جيدة ليست جودتها
مقصورة على مجرد الزينة والسبق بل تصلح ايضا للجتر والشغل بل الظاهر
انهم نجحوا في الاخيرين اكثر من الاولين ولكن حيث كان اغلب الناس على
حب المظهر والزينة والمباهاة كانت المسابقة والراحة العظيمة في مملكة
انكلترة سببا في شهرة خيالة الانكليز اكثر من غيرهم بخلاف حيواناتها
المستعملة في الجتر فانها وان كانت قوية سريعة السير مع المداومة والمواظبة
الا انها دون ذلك في الذكر والشهرة

ولما قابلنا شغل خيل عربات السفريين فرانسا وانكثرة وجدنا هذه الخيول تحصل منها في الثانية اكثر مما يتحصل منها في الاولى حيث انها في انكثرة تحدث نتيجة نافعة لزيادة على ٥٠ في كل مائة واما خيول جر الاثقال فانها في انكثرة تزيد في القوة على خيول فرانسا
الربع تقريبا

وهذا في الحقيقة تقصر ينبغي للحكومة والتجارة والصناعة ازالته بل وأظن انه يجب على ان أثبه عليه جميع الاهالي وجميع ابناء الوطن الذين يحبون وطنهم فان ذلك يعود علينا بالمنفعة العظيمة والفائدة الجسيمة وأقول ايضا انه يجب علينا وجوبا اكيدا ان نتم كل الاهتمام بتحسين اصل الخيل وأن لا ندع شيئا من اوصاف الجودة والحسن الا ونكسبها اياه وعوضا عن كوننا نستعمل في البوسطة خيلا صغيرة ضعيفة تقاد وتساق ويتقلها ثقل سواقها نستعمل فيها خيلا بلغم وعريجية او خيلا طويلة القامة يركبها صبيان خفاف الاجسام نحفظ قوتها بتدبير الغذاء ونعتني بصحتها في جميع الاوقات فهذه الطريقة يحصل عما قلل تغير عظيم تزيده الثروة الاهلية والقوة العمومية

وفي جميع اشغال القنون تستعمل الخيل غالبا في التدوير ونقل الاثقال الى محال بعيدة قليلا او كثيرا وفي جميع هذه الاحوال ماعدا بعض احوال خصوصية تستدعي الاسراع والجرى ينبغي تسيير الخيل بالهويناء على مهل حتى تحدث اعظم نتيجة مفيدة وينبغي ايضا في الاحوال التي تستدعي الاسراع أن تكون السرعة على حسب بنية الحيوان وقوته

ولما قوبلت النتيجة التي تحدثها خيول الجر بالنتيجة التي يحدثها الرجال الجرارة وجد الفرق مساوية نتيجة القرس قدر نتيجة سبعة اشخاص

ومقتضى الحساب الذي ذكرناه في الدرس الثالث أن الشغال الذي يشتغل بجر العربات اذا قل في اليوم الواحد ٢٣٠٠ كيلو غرام الى مسافة كيلومتر واحد فحمار الجر تقل في اليوم الواحد ٢٨٥٠٠ كيلو غرام الى مسافة كيلومتر واحد فينتد تكون نتيجة الحصان مساوية لنتيجة اثني عشر

شخصا ونصف

فاذا قدرنا حينئذ أن أجره الشغال في كل يوم فرنك واحد و ٥٠ سنتيا
كانت أجرته في اثني عشر يوما ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيا وأجرة
الحصان الذي يحدث هذه النتيجة في يوم واحد لا تزيد على ٤ فرنكات
فاذا زدنا على ذلك أجرة السواق التي قدرها فرنكان بلغت أجرة الحصان بتلك
الزيادة ٦ فرنكات مع أن أجرة الشغالة الذين يحدثون هذه النتيجة بعينها
تبلغ ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيا فاذا استعملنا عربة تجرها
سنة خيول مع سواق واحد أجرته ٣ فرنكات في اليوم كانت أجرة كل
حصان ٤ فرنكات و ٥٠ سنتيا وهي لا تبلغ ربع أجرة الشغالة
الذين يحدثون هذه النتيجة

ولتسلك الآن على قوة الخيل المستعملة في جر الآمال فنقول أنه يلزم قبل
كل شيء بيان وصف الآلة التي بها يكون للجر قياس صحيح وهي المسماة
بالدينامومتر

والمخترع لهذه الآلة هو موسيو رنية الذي كان سابقا يحافظ خزينة
المدافع الكبرى وكان اختراعه لها الجاهل لسؤال كل من جينود وموتيليارد
والشهير بوفون اللذين اجتهدا غاية الاجتهاد في بيان المنفعة الصحيحة
لقياس القوى الميكانيكية وكان قد اخترع قبل ذلك جراحام آلة تعرف بها
تلك القوى غير أنها كانت عسرة البيان ويلزم تركيبها كمية كبيرة من الأخشاب
وقد وصف هذه الآلة تفصيلا ديزاجولييرس في كتاب الطبيعة

وقد اخترع ايضا موسيو لوراي احدا أعضاء اأكاديمية العلوم القديمة الآلة
من هذا النوع مركبة من انبوبة معدنية طولها من ٣ دسمترات الى ٤
وموضوعة وضعا عموديا على قائمة كقائمة المصباح ومحتوية على لولب
ذي مواشير عليه قصبه مدرجة في رأسها كرة واذا ضغطت هذه القصبه
بالاصبع دخلت في الانبوبة كثيرا اقليل على حسب الضغط فبواسطة هذا
القياس المدرج تبين مقدار الضغط وبه تعرف قوة الضاغطة للكرة بأصبعه

اويده وهذه الطريقة وان كانت عظيمة الا انها لاتضاهي طريقة موسيو رنية في الصلاحية لقياس جميع انواع العمل وذلك أن موسيو رنية استعمل لولبا طويلا مغلوقا يمكن استعماله على طريقتين احدهما ضغطه بالعرض فتعرف به القوى الضعيفة الصغيرة وثانيتهما ضغطه بالطول فتعرف به القوى الشديدة الكبيرة وذلك أن هذا اللولب يحترق ابرة على عقرب مدرج تدريجيين اولهما عليه علامة الكيلوغرام لبيان القوى الصغيرة وثانيهما عليه علامة الميرباغرام لبيان القوى الكبيرة ومتى عرفنا قوة جر الخيل عرفنا قوتها الوقبية اى مجموع قوتها اليومية فنجدها كبيرة جدا بالنسبة الى قوة الجر

فاذا استعملنا مقياس رنية وجدنا الخيل تحدث في قليل من الزمن جرابساوى جر الخيل الذى يتعلق به ثقل زنته من ٣٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٥٠٠ كيلوغرام فيكون الحد المتوسط للجر ٤٠٠ كيلوغرام ولما كانت الخيل التى تحدث أعظم نتيجة في الجر الوقتى هى التى تحدث في اليوم أعظم نتيجة في الشغل قدر موسيو رنية قيمة خيل الجر على حسب مقياسه وقال ان هذه الآلة وسيلة للمشتري يعرف بها قيمة الدابة التى يريد شراؤها قبل أن يعرف سيرها

واذا استقر القرم على شغل واحد مدة يومه أحدث من الجر ما يساوى ٦٠ كيلوغراما فصاعدا الى ٩٠

فاذا فرضنا حينئذ أن قوة جر القرم تساوى قوة سبعة اشخاص استنتجنا من ذلك أن الانسان اذا اشتغل مدة يومه لا يحدث من الجر الا ٨ كيلوغرامات فصاعدا الى ١٣ وذلك أقل بكثير مما يحمله على ظهره ويقطع به المسافة التى يقطعها القرم

ولنلاحظ ايضا أن جر القرم لخسين اوسبعين كيلوغراما على ارض أفقية هو أقل بكثير مما يحمله كدواب الاحمال وذلك تقريبا نحو النصف واذا أحدث كل من القرمين المعلقين في المحراث نتيجة تساوى ٧٢ كيلوغراما

وقطعا مسافة ٢٦ كيلومترا كانت نتيجة جزهما اليومية تساوى

١٨٧٢ كيلوغراما هر فوعة الى كيلومتر واحد

وفي بلاد انكثرة يقدرون أن القرس الذى يشتغل مدة ثمانى ساعات

ويقطع فى كل ساعة ٤ كيلومترات يجمع قوة تساوى ٩٠ كيلوغراما

تقلا يساوى $٩٠ \times ٨ \times ٤ = ٢٨٨٠$ كيلوغراما هر فوعة الى كيلومتر واحد

وذلك تقرىسا هو عشر النقل الذى يتقله القرس المستعمل فى جزر العربية

وينتج من ذلك أن استعمال العربات يجعل الانتقال الاقنى أسهل من الجزر

بغير آلة عشر مرات مع أن هذه السهولة لا تبلغ زيادتها عادة الاثمانية

وقد عمل موسيو رمفور عدة تجارب عظيمة ليجتبرها نسبة الانتقال

المنقولة على العربات الى قوة الجزر فوجد العربية التى تحتوى على ثلاثة أشخاص

تزن ١٠٦٠ كيلوغراما

ووجد الجزر على الارض المبلطة يساوى ما هو مذكور فى الجدول الآتى فرأى

أن الجزر مع المشى الهوينيا أقل ما يساوى ٢٠ فصاعدا الى ٢٢ كيلوغراما

ومع الهرولة ٢٤ الى ٢٨

ومع الخلب ٤٢ الى ٤٧

ومع العدو ٦٠ الى ٦٥

والظاهر أن هذا الاختلاف مناسب لسرعة الخيل تقرىسا بمعنى أن المسافة

المقطوعة تبين كمية العمل المنصرفة بضرب الجزر اى القوة فى الزمن

فالجزر مع المشى الهوينيا يساوى ٢٨ فصاعدا الى ٤٢ كيلوغراما

ومع الهرولة ٤٠ الى ٤٢

ومع الخلب ٤٠ الى ٤٤

ومع العدو ٤٢ الى ٥٠

وعلى الارض مع المشى الهوينيا ٨٠ الى ٩٠

الكثيرة الرمل ومع الهرولة ٨٠ الى ٩٠

وعلى جسر مع المشى الهوينيا ٣٦ الى ٤٠

سنت كلود الحجر ومع الهرولة ٤٠ الى ٤٢

وبمقتضى هذه التجارب تكون نسبة قوة الجتر بعربة مسيو ومفور
مع المشى الهوينى على البلاط الى مجموع الثقل المنقول ٢٥ : ١ ::
ولكن اذا لم نعتبر الا الانخفاض الثلاثة الذين فى العربة وجدنا النتيجة النافعة
هى ثقل ثقل يساوى الجتر الضعيف عشر مرات ويلزم أن نلاحظ بعد ذلك أن رنة
الاشياء المنقولة فى عربات السفر كرنه العربات المعتادة تقريبا فلذا امكن
أن نعتبر أن قوة جتر خيول عربات السفر تساوى عشر الثقل المناسب الذى
تقله هذه الخيول بدون أن يكون فى ذلك خطأ بين وان كانت الخيل تكايد
فى الهرولة من المشقة ما لتكايد فى المشى الهوينى اذا كان سيرها على ارض
مبلطة

ثم ان مسيو ومفور لما سافرا الى بلاد ايطاليا (١٧٩٣ سنة) و (١٧٩٤ سنة)
من الميلاد عمل تجارب نافعة ليعرف بها الاوفق من انواع السفر هل هو المشى
الهوينى الذى هو عادة المسافرين الذين يسرون مدة النهار من طلوع الشمس
الى غروبها او هو سير الهرولة الذى يفعله المسافر مدة اربع ساعات او خمسة
من كل يوم مع الاستراحة مدة طويلة فرأى بمقتضى تجاربه أن خيله بعد أن
سارت خمسة عشر يوما مع الهرولة التى كانت تقطع بها فى كل يوم من تلك الايام
ثمانية فراسخ او عشرة أحسن حالة من كونها قطعت هذه المسافة بعينها فى الايام
المذكورة مع المشى الهوينى وهذا من النوادر الغريبة ومنشأه ضرورة هو أن
جتر خيوله المذكورة لم يصل الى الحد الذى يمكنها تحصيله بل كان أقل منه
ولامانع أن مسيو ومفور كان يسير فى طريقه على ارض محجرة او كان
فى الغالب يسير على ارض معتادة لاعلى ارض مبلطة

وفى كل وقت يمكن معرفة ما يصرف من القوى اللازمة للجتر بالجتر نفسه
فاذا كان جتر ٤٠ كيلو غراما مع المشى الهوينى على الارض المعتادة يدل
على كمية القوى المنصرفة فى المدة اللازمة لقطع كيلو متر واحد مع السير المعتاد
جتر الفرس لسته وأربعين كيلو غراما مع الهرولة أعنى مع سرعة تساوى
السير السابق مرتين فى نصف المدة المتقدمة انما ينتج عنه فى شأن القوى

المنصرف ٢٣ لا غير ونصف المدة الباقى يكون للاستراحة وتعويض ما فقد من القوة في النصف الاول

وبذلك يعلم سبب كون الايطاليين عند عبورهم التجود اى الاراضى المرتفعة يركضون خيولهم حتى تهول وتسرع السير وذلك لان ما يشقده الفرس من القوى في الصعود مع السير السريع أقل مما يشقده منها مع السير البطيئ ويؤخذ من ذلك أن الخيل اذا قطعت مسافة الطريق مع السير السريع ثم وقفت للاستراحة يكون تعبها في هذه الحالة دون تعبها في السير البطيئ حتى تصل الى آخر الطريق

وفي بلاد انكلترا تجدد خيول عربات السفر تقطع التجود بالهرولة وسرعة السير ما لم تكن هذه التجود صعبة جدا اى انها تقطعها بسرعة دون سرعة السهول بخمس اوسدس وقد شاهدت ذلك في كثير من الطرق والساعة في يدى وفد كان الفرساوية الى هذه السنين الاخيرة يخطئون في تحميل عربات السفر احمالا جسيمة متجاوزة الحد وأرجو عدم المواخذة فيما أقوله في شأنهم مما يتعلق بذلك لانه عين الواقع وهو أنهم كانوا في أغلب الاوقات يستعملون الخيول العاطلة المجردة عن الاستعداد في توصيل عدد معلوم من السياحين والاثقال بحيث اذا صادفت في طريقها بعض ارتفاعات قليلة او كثيرة اضطرت الى ارتكاب أمرين أحدهما ترجى السياحين في النزول والثاني تسير الخيل بسرعة أقل من الهرولة أربع مرات وذلك من اقبح الطرق وبأخلة لجميع ما يتعلق بخدمة العربات العمومية مكث مدة طويلة في مملكة فرانس وهو على غاية من القبح والجهالة ومآثر العيوب الظاهرة ولم توصل الى هذه الحالة السهلة البسيطة الاستدال بالازمان والاقتدار على الكلام والتعبير وقوة التفهم والتفهم ورخصة تعهد العربات حتى ترتب على ذلك أن صار الاهالى يأخذون من العربات ما يناسب حوائجهم وضروراتهم ويلامح حظوظهم ومسرراتهم

ثم انى لأظن في الكلام على قوة الخيل وان كانت اعظم القوى الحيوانية

بل ربما كان لا يستعمل في اشغال الآلات سواها ومع ما يترتب من القوائد على مقابلتها بغيرها من قوى الحيوانات الاخرى لا يسط الكلام في هذا المعنى بأى وجه كان وانما تقتصر على بعض تنبيهات لا بد منها في شأن الحيوانات لما انها من أهم الامور نظرا لعموم نفعها من وجهين وهما الثروة وتهذيب الاخلاق فتقول

انه كان من جملة قوانين اثينا مدينة حكماء اليونان قانون مستحسن ياحرم يقتل كل من سلك مسلك القسوة والجبر في شأن الحيوانات وليس ذلك لمجرد رعاية الحيوان فقط بل كانوا يخشون أن هذه القساوة ربما جرت صاحبها الى أن يعامل بها امثاله من النوع الانساني فكان هذا القانون يمنع وقوع بعض المصائب المخوفة وهو ما يذهب بالشفقة والرافة من قلوب امة من الامم ولا يكتفى أن تقتصر على ما في ذلك من تهذيب الاخلاق بل يلزم أن تتكلم ايضا على ما فيه من النفع والفائدة فان اسلوب كلامنا هذا وما سقناه في هذا الشأن من الادلة يدلان على فائدة الحيوانات والادميين حيث انتجنا نتيجة ذات وجهين وهما المنفعة ومحبة الناس بعضهم بعضا

فاذا وجدنا حيوانات من صنف واحد كالخيل مثلا تحت ايدى اناس مختلفين في الطباع رأيت أن هذه الحيوانات تكتسب من طباع من هي تحت ايديهم فتكون طباعها مختلفة ايضا فتجد بعضها يلوح على وجهه وعينه الهدوء والبشاشة والسرور وتزينه الصحة كما تزين سائر الحيوانات لان الصحة تكتسب اعضاءا المختلفة نموا كاملا يناسبها فيظهر على شعره الرفيع الزاهي النظافة والرونق وتكون حركاته الاختيارية التي يطلعها منه وراحته نافعة في اغلب الاوقات ولا ضرر فيها بالكلية فتى اعتنى صاحبه بشأنه كان معه على غاية من الاقياد وكان صاحبه بالنسبة اليه كالحسن الذي يصنعى لقوله في سائر الاوقات وحيث انه غير ناطق لا قدرته على اجابة فارسه بالسمع والطاعة فلسان الحال الذي هو عبارة عن حساسته التي تقوى عضلات جسمه وعضلات وجهه يقوم في ذلك مقام لسان الحال وكذلك عينا وشفتاه ومنخرأه وصهيله وقيام

شعر معرفته وضربات ذنبه وضرب اقدامه على الارض كل ذلك جواب منه لصاحبه فيما قصده منه من زجر او ملاعبة والخيول الموصوفة بهذه الصفات الجاذبة للقلوب في اى وقت كان هي الخيول العربية الموجودة في برارى مصر واسيا فهي اقوى حيوانات هذا الصنف وألطفها لانها عزيزة عند اصحابها فيتعهدونها ويعتنون بشأنها اكثر من غيرها من الحيوانات وتجذب بعضها كغير الخيول العربية يسير منخفض الرأس ملتوى الرقبة تلوح عليه آثار الذل والمسكنة فهو ينظر كالاسير او أسوأ حالاً منه وترى جلده كثير الاوساخ واطرافه الخيفة المجردة عن اللحم مستورة ببشرة عارية عن الشعر ومخططة بضربات السوط العديدة فتجده من أدنى اشارة يرفجف وترتعده فرائسه ويثب وثبات عنيفة اما للتخلص من الجروح المؤلمة التي هو عرضة لها في جميع الاوقات واما للانتقام من صاحبه الذي أساء معاملته ببعض ضربات على حين غفلة حتى يخلص من يده

ثم اى لم اسلك في هذا المعنى مسلك المبالغة التي تأثر منها العقول تأثراً لا طائل تحته فان الانسان اذا وقف على قارعة الطريق وتأمل وجد حقيقة ما قبلته وحملة ما ذكرته في الخيول واصحابها من وجوه عديدة اذ لا يخفى أن العربية والسواقيين في كثير من المدن يعاملون ما تحت أيديهم من الحيوانات أسوأ المعاملة ويسلكون معها مسلك الجبر والقساوة فتراهم يحملونها أجالاً لا طاقة لها بحملها فاذا عجزت عن جرّها لسوء بجتها ضربوها ضرباً مؤلماً على ما يتأثر بالضرب من اجزاء جسمها اكثر من غيره كالرقبة والرأس والاذن وربما ضربوها على عينها في بعض الاحيان فيسيل الدم من المحل الذي وقعت عليه آلة الضرب سواء كانت جبلاً او سوطاً او عصاً وغير ذلك مما يصادفه هذا السواق الخشن عند ارادة ضربها فهذا هو السبب في عدم وجود الخيل الجيدة وفي هلال الخيل المتوسطة في اقرب مدة

فينبغي حينئذ للاهالى فيما يريدون اجراءه من الاشغال أن يتخذوا من السواقين من كان رقيق القلب ذائقة ورأفة ورعاية واعتناء بشأن هذه الحيوانات

التي تعمر زمانا طويلا ونبت على القوة وكثرة الشغل ماداموا يحسنون
 معاملتها ولا يسيئون بها بخوف أو أذية هذا واكرر القول مرارا أن كل ما فيه
 نفع للإنسان من الحيوانات يلزمه من حيث نفعه أن يسلك معها مسلك الشفقة
 والرأفة وان لم يلزمه بذلك المنفعة ألزمته به المروءة لأنها كما تحرض على حسن
 المعاملة مع الناس تحرض أيضا على حسن المعاملة مع بقية الحيوانات وهذه
 الفضيلة أعنى المحبة والشفقة على جميع الخلق من بشر وغيره من خصوصيات
 الانسان ومتى وجدت رفعت صاحبها الى أعلى الدرجات وامتاز بها عن البهائم
 وغيرها عن لاشفقة عندهم ولارأفة

هذا ولا أريد أن أركب نفسي عند السامعين بكوني استعمل في مخاطبتهم لسانا
 غير لسان القوانين الصحيحة المتعلقة بالمعادلة والحركة بل الامر بخلاف ذلك
 اوليس أن كل انسان أحب الوطن بالطبع يجب عليه أن يمارس قوى الشبوية
 ويهتم بتوسيع دائرة الميل القلبي والقوى العقلية معا حتى أمكن التحسين
 حسنا كلامنا وأفعالنا كما نحسن أفكارنا ومؤلفاتنا بالحسن العقلي الذي
 يجعل عن أن يقتصر على مجرد حل المسئلة النظرية التي يقتضيها حب النفس
 وطمع الانسان الذي يسأل عن مصلحة نفسه بما صورته كيف اصل بالسرعة
 الى الغرض المقصود نفعه على بل يحل أيضا هذه المسئلة الاخرى التي تعود
 بالنفع على عموم الناس وهي مسئلة من يقول كيف اصل الى الغرض المهم لي
 وانشر في مسعاى اليه على عموم الناس كثيرا من الخيرات والمنافع
 ولما أنهيينا الكلام اجمالا على القوى الحية اى القوى الحيوانية التي يستعملها
 الانسان في اشغال الصناعة ناسب أن نتكلم الآن على قوتين عظيمتين تحتاج
 اليهما الصناعة من القوى الغير الحية اى الجهادية وهما قوتا الثقل والحرارة
 فنقول

* (الدرس السادس) *

في الكلام على قوة الثقل المعبرة خصوصا في توازن المياه وضغطها

اعنى الضغط الادرويكى

لم نعتقد في هذا الجزء درسا لخصوص استعمال القوة التي يؤدّيها للصناعة
ثقل الاجسام الصلبة لان الجزء الثاني من هذا الكتاب قد تكفل بتفاصيل
الاستعمالات الضرورية لهذه القوة وانما تكلم الان على تأثير الثقل في الموائع
وعلى ما ينتج عن هذا التأثير في الفنون والصناعات فتقول

اتناطلق اسم السائل على كل جسم أمكن تقرييق اجزائه الصغيرة عن بعضها
بدون صلابة محسوسة ولا تعاص ظاهر ونطلق اسم السائل الناقص على كل
جسم لا يمكن تقرييق اجزائه الصغيرة بدون تعاص ولا صلابة ظاهرة بل مع يسير
معاناة وقليل مكابدة

ثم ان السوائل كالمياه لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا بالضغط اياتما كان وانما
اذا خف الضغط ولم يحصر السطح الظاهر من السائل استحالة جزء من ذلك
السائل الى بخار كما سيأتى ويؤخذ من ذلك أن اجزاء السائل تقبل الاتصال
عن بعضها وسيأتى في الكلام على الحرارة ما تعرف به هذه النتيجة حق
المعرفة

ولا نعرف سائلا من السوائل في اى وقت كان الا وفيه قابلية لقوة من القوى
فالثقل الذي يؤثر في جميع الاجسام وسائر الاجزاء الصغيرة من كل جسم يميل
الى أن يقرب من مركز الارض كل جزء من الاجزاء الصغيرة التي تتركب منها
السوائل وحيث ان هذا الميل يؤثر دائما في توازن السوائل وحركتها وجب
أن نبدأ بالكلام على حالة التوازن فتقول

اذا وضعنا على مستوا أفقى كتبة كبيرة من السائل المطلق (اى غير المحصور)
ولم يكن هنالك ما يمنع تأثير الثقل في كل جزء على حدة من اجزائه الصغيرة فان
جميع تلك الاجزاء تهبط على المستوى المذكور حتى يتكون عنها طبقة متسعة
رفيقة بقدر الامكان بحيث يكون سمكها واحدا في جميع جهاتها ويكون
جميع قطرها على ارتفاع واحد

واذا صبيننا السائل على سطح منحرف كسطح الارض مثلا تغير موضوع
المسألة وصار حلها وسيلة الى معرفة نتيجة مهمة جدا وهى حالة التوازن

في كل المياه المتسعة التي تتكون عنها البرك والبحيرات والبحار
فاذا كانت المياه المنتشرة على كرة الارض منصبة في بعض المحال التي هي ابعد
عن مركز الارض من النقط المحيطة به ولم يكن هناك ما يمنع اجزاء السائل
عن الاتصال بحيث تتأثر بقوة الثقل هبط بعضها على بعض فوق سطح الارض
كهبوطها على مستويات مائلة بمعنى انها تقرب كثيرا من الاجزاء السفلى
اعني الاجزاء القريبة جدا من مركز الارض

فبعد أن يتغلب بهذه الطريقة عمق الاجزاء المرتفعة قليلا عن الارض يلزم
أن تكون اجزاء السائل متوازنة وهذا لا يحصل الا اذا كان كل جزء من تلك
الاجزاء لا يمكن هبوطه اكثر من الآخر فاذا ن يلزم أن يكون السطح الاعلى
من السائل على اتجاء واحد في مائرجهاته حتى كأنه على مستوى أفقي
والاهبطت الاجزاء المرتفعة على غيرها كهبوطها على مستو مائل فلا تحصل
الموازنة حينئذ

ولذا كانت المياه المنصبه على الارض كالامطار والندى والثلج والجليد اذا تب
تهبط من الاماكن العالية الى المحال المنخفضة فيكون عنها الترع والتهيرات
والانهر وتجتمع في حياض طبيعية كالبرك والبحيرات والبحار التي تكون
شواطئها دائما اعلى من سطح السائل بحيث تمنعه من الانتشار بعيدا عنها
وتجبره على ملازمة الموازنة ما لم تعرض قوة شديدة تتغير بها تسوية سطحه
الاعلى

فحينئذ تكون حركات اعظم السوائل على الارض ناشئة عن قوة الشغل الثابتة
وعن ميل السائل الى موضع يتناسب الموازنة

فاذا سافر الانسان في البحر تعجب غاية العجب من قيمة هذا الميل
وذلك أن هذا السائل يظهر للنظر من جميع الجهات كأنه سطح مستو متسع
حدوده الممتدة بالافق واقعة في مستوي يقال له المستوى الافقي أخذنا
من تسوية الافق

وكما توغل الانسان في البحر سار معه هذا الافق ولما كانت الارض ككرة الشكل

كان الافق دائما ينخفض من الجهة التي يسير نحوها الانسان ويرتفع من
الجهة التي يسير عنها بحيث يترآى انه كلما تقدم في السير صعد على الافق
ومن هنا قولهم سافر فلان نحو البحر الاعلى وصعد في البحر الاعلى
فلو كانت الارض قائمة الكرية ومناسبة بالكلية لكات جميع الخطوط
الراسية اى القائمة عمودية على سطح الارض وكان لا يمكن أن يكون سطح
الماء في جميع المحال عمودا على الخط الراسى بدون أن يحدث عنه كرة قائمة
الكرية ولكنها عوضا عن أن تكون كرية من جميع جهاتها ليست الا كرية
مسطحة وليست مفرطة الا في اتجاه المتوازيات فلذا لم يكن لسطح المياه
الراكدة شكل مستدير الا في الجهات المتوازية من الارض

ولهذه الخاصية استعمال كبير في الفنون فان السوائل متى كانت راکدة
كان سطحها المطلق اقيا بالكلية في جميع المحال ثم ان ميزان تسوية المياه
مركب من انبوبة مجهزة مثل ابث (شكل ١) ذات شعب
مرتفعة وتكون هذه الانبوبة ممتلئة بالماء او بأى سائل كان الى ارتفاع
معلوم وتكون ايضا الانبوبة المذكورة متكونة في قطبي ا و ث من
مادة شفافة كالزجاج او البلور فاذا مكث الانسان حيتنذ خلف سطح السائل
في نقطة ا ونظر الى السطح الشفاف من السائل في نقطة ث فان
الشعاع المرئى يكون اقيا بالضرورة وهذه الطريقة أضبط بكثير من الطريقة
المستعملة في معرفة وضع الخطوط العمودية والاقية بواسطة المظمراى
الثقول وهو الخيط المعروف بميزان البناء وتستعمل ايضا آلة تسوية المياه
في العمليات التي لا بد فيها من الاتساع والضبط معا

وجميع ما ذكر من التسامج في شأن موازنة السائل لارتعلق لها بشكل السطوح
او الاواني التي تحتوى على السائل المذكور
فلذا ترى في شكل ٢ و ٣ و ٤ أن السطح الاعلى من السائل هو
دائما في مستو واحد أفقى مثل اب
وهناك كيفية مخصوصة لابس بذكرها وهي اننا اذا فرضنا ان انا

مركز (شكل ٥) ممثلي ماء وأن اتبوبة و ح خ ر الخفية
 المجوفة ممثلة بالسائل ثم اتصلا ببعضهما من طرف و بواسطة السائل
 المنصرف في ماء مركز خالة الموازنة حيث تدعى أن تسوية
 السائل تكون واحدة في الاناء في تقطع م و ن وفي الاتبوبة في نقطة
 س و ثم نتيجة شهيرة جدا تنشأ عن التسوية التي تأخذها السوائل حال
 سكنها وهي اتسا اذا وضعنا السوائل في اناء بكيفية مغايرة لما ذكر كان مركز
 ثقلها أعلى مما اذا كان في حالة التوازن وهذه النتيجة كان يمكن استخراجها
 بدون واسطة من قضية القوى المتوازنة وذلك اتسا اذا فرضنا أن السطح
 المماس للسطح المطلق من السائل يتقطع عن أن يكون أقبيا في ا هـ
 (شكل ٦) ويأخذ وضع ثـ المائل فان مركز ثقله يتغير وضعه فاذا
 فرضنا أن م هي مجسم السائل و ج هي محل مركزه هذا المجسم
 اذا كان السطح الاعلى أقبيا و ج هي محل هذا المركز اذا كان السائل
 متساويا بمستوى ثـ وفرضنا ايضا أن هـ هي مركز ثقل سائل
 ارث بتمامه فوق مستوى ا هـ و ف هي مركز سائل ثـ
 بتمامه تحت مستوى ا هـ ينتج معنا ابولا أن مجسم ارث = مجسم ثـ
 وثانيا انه اذا كان كل من ج و هـ و ف عموديا
 على المجسم الافقي وهو كـ ج ف المأخوذ محورا للارمان
 ينتج معنا أن م \times ج = مجسم ارث \times هـ
 ناقصا مجسم ثـ \times ف فينتج بصير الزم الكلي عبارة
 عن مجسم ارث او مساويه وهو ثـ مضروبا في هـ
 - ف فاذن نقطة ج التي هي مركز الثقل تصعد الى نقطة ج
 بكمية = مجسم ارث \times (هـ + ف) مقسوما
 على مجسم السائل بتمامه فينتج محل توازن م أعنى المحل الذي تكون
 فيه الطبقة العليا أقبية تكون فيه نقطة مركز الثقل من مجسم السائل هابطة
 على قدر الامكان

وقد كان يمكن الابتداء بهذه القاعدة العامة وهي كل مجموع من الاجزاء الصغيرة لم يسلط عليه من القوى الا قوة الثقل فركز ثقله يكون منخفضا جدا في حالة الموازنة وكان يمكن ايضا أن نبين هذا الشرط وهو أن مركز الثقل لا يمكن انخفضه بهذه المثابة الا اذا كانت تسوية السائل مستوية آتية

وينبغي لنا الآن أن نبين ما يقع على كل جزء من اجزاء السائل من الضغط الحاصل من الاجزاء الاخرى وكذلك ما تحدثه الاجزاء المذكورة من الضغط على جوانب السطح اى الاناء المحتوى على السائل مبتهدى من ذلك بيان اناء **أ ب** (شكل ٧) العمودى الضيق جدا الذى لا يسع قطره الاجزاء من الاجزاء الصغيرة الموضوعة عموديا على بعضها فنقول ان كل جزء من هذه الاجزاء يحمل ثقل جميع الاجزاء الاخرى الموضوعة فوقه فيكون الضغط الحاصل له مساويا لثقل عمود السائل الموجود فوق هذا الجزء المذكور

فاذا فرضنا الآن اناء له حجم وشكل ايا ما كان متمثلتا بالسائل الى **م ن** (شكل ٨) وبجئنا عن الانضغاطات الواقعة على جزء **ب** لزم أولا أن تكون هذه الانضغاطات متساوية في جميع الجهات اذ بدون ذلك يتبدل هذا الجزء من الجهة التى يقل ضغطها عن غيرها

فاذا فرضنا بعد ذلك أن كتلة كاملة من السائل تجمدت دفعة واحدة ماعدا عمود **ب أ** القائم الضيق الواقع عموديا على نقطة **ب** فان الضغط الذى تحمله نقطة **ب** يكون مساويا لثقل عمود **أ ب** كما ذكرناه في العمود الضيق غير أن هذا الضغط لا يتغير بالفرض الذى فرضناه وهو تجمد جزء من السائل دفعة واحدة

فاذن يلزم أن يكون الضغط الواقع على جزء **ب** مساويا من جميع الجهات لثقل عمود **ب أ**

وعوضا عن كوننا فرض أن **ب** صغير جدا فرض أن هنالك جهة لانهاية لها من الاجزاء الصغيرة مثل **ب و ب و ب** على ارتفاع واحد وكل منها يحمل ثقلا واحدا فمجموع هذه الأثقال هو عين عمود السائل

بتمامه الواقع عموديا على السطح الكلى المرموز اليه بهذه الحروف وهى

$$ب + ب + ب + +$$

وأذا وقف الإنسان فى جزء $ب$ (شكل ٩) من جوانب الاناء الافقى فجميع اجزاء السائل المتحدة مع الاناء فى اتساع $ب$ تحمل ضغطا واحدا يرمز اليه بعمود $ا$ $ب$ الرامى الى حجمه $=$ سطح $ب$ \times ارتفاع $ا$ $ب$ فعلى ذلك يكون القعر الافقى من الاناء الممتلئ بالماء حاملا ضغطا يساوى ثقل اسطوانة عمودية من هذا السائل الذى يكون هذا القعر قاعدة له وزيادة على ذلك يكون ارتفاعه هو عين ارتفاع الماء المنحصر فى هذا الاناء

فاذا اعتبرنا الآن جزء $ب$ المائل (شكل ١٠) من جوانب الاناء فالضغط الذى يحمله هذا الجزء يكون مساويا لثقل السائل المنحصر فى اسطوانة $ا$ $ب$ الناقصة فاذا كان سطح $ب$ $ب$ صغيرا بالنسبة الى ارتفاع $ا$ $ب$ يكفى أن نأخذ $ب$ فى وسط $ب$ ونضرب قاعدة $ا$ العليا من الاسطوانة فى ارتفاع $ا$ $ب$ المتوسط فينتج معنا هذه النسبة وهى

$$\text{سطح } ا : \text{سطح } ب :: ا : ب$$

فاذن يكون الضغط الكلى هو

$$\text{ارتفاع } ا - \times \text{ سطح } ب \times \frac{ا}{ب}$$

وهذه العبارة مما ينبغى الالتفات اليه فانها تستعمل فى العمليات الادروليكية

اى عمليات رفع المياه وكذلك فى صناعة الآلات والاوانى وغير ذلك

وجميع قواعد ضغط السائل التى ذكرناها هى عظيمة النفع كثيرة الفائدة

فاذا اتقضى الحال عمل حاجز كحاجز $ا$ $ب$ (شكل ١١) لاجل حصر

كمية كبيرة من المياه المعلومة الارتفاع وكان الغرض عمل هذا الحاجز

مع التوفير التام لم أن لا تكون قوته العليا كقوته السفلى بل لابد أن يكون

ما يعطى له من القوة حال العمل يزيد بدرجات متساوية من ابتداء نقطة **ب** الى نقطة **ا** بحيث تكون مقاومتها لضغط الماء على نسبة واحدة من جميع الجهات لان هذا الضغط يزداد ايضا بدرجات متساوية عند الهبوط من نقطة **ب** الى نقطة **ا**

واذا عوَضنا حاجز **اب** بالابواب اى بالدرف الحوضية لزم أن تجعل هذه الابواب متينة بالتدريج من أعلاها الى أسفلها وذلك بتقريب الاختاب الاقية التى تتخذ منها شواحي هذه الابواب وضمها الى بعضها

وكذلك اذا اقتضى الحال بناء حياض لمصر السوائل فيلزم أن تكون الاسوار والشواحي او الجوانب المتخذة من اى مادة صكّات مصنوعة مع المتانة والصلابة بحيث تكون مناسبة لاعمق السائل في حالته الطبيعية

ونستكمل الآن على السوائل المحصورة فى الاتوانى فنقول اذا فرضنا أن الافاء على شكل قارورة مثل **اهد** وأردنا معرفة الانضغاط الواقع على قعر **هـ** **بث** **ف** الانقى لزم لاجل ذلك أن نقرض اسطوانة قائمة مثل **ابثد** ومن المعلوم أن الضغط الواقع على قاعدة **بث** يساوى حاصل ضرب قاعدة **بث** فى ارتفاع **اب**

ولكن الانضغاط الواقع على **بث** هو عين الانضغاط الواقع على نقطتي **ف** **و** الموضوعتين على ارتفاع واحد والام تحصل المعادلة فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة **ف** **ف** بقامها مساويا لسطح **ف** **ف** **خ** فى ارتفاع **اب** بمعنى أن هذا الضغط يساوى ثقل حجم الماء المعبر عنه باسطوانة **جش** **ف** القائمة التى قاعدتها **ف** **ف** وارتفاعها **اب**

ولا يبنى أن النسبة بين حجم اسطوانة **جش** **ف** **هـ** وحجم اسطوانة **اد** **بث** كالنسبة بين سطوح قاعدتهما لان ارتفاعهما واحد فاذن تكون النسبة بين الانضغاطات الواقعة على كل من **بث** **و** **ف** كنسبة سطح **بث** الى سطح **هـ** **ف**

وبذلك يعرف الادروستاتيك (اى ثقل المياه) فيمكن بواسطة سائل محصور في اناء أن نحدث على قاعدة هذا الاناء وهى **هـ** ضغطا اكبر من ثقل السائل المحدث لهذا الضغط

فلذا اذا كان اناء ام **هـ** **د** مثلا (شكل ١٣) ثلثا بالسائل فالضغط الواقع على قاعدة **هـ** يساوى ثلث كمية السائل المطروق في اسطوانة **ج هـ** **ف** **ش** الكبرى

وكذلك اذا ثبتنا في عمق **م** من برميلنا (شكل ١٤) انبوبة ام **د** المرتفعة الضيقة جدا التى يمكن ملؤها بقزازه ماء فالضغط الحاصل من هذه القزازه على عمق **هـ** يكون شديدا بحيث يكفى في غمس البرميل بكسر عمق **هـ**

ولوضعنا عوضا عن هذه القزازه على **م** ثلثا يساوى ثقل الماء الكائن في القزازه لما تغير ضغط جميع اجزاء السائل ومع ذلك لا يزيد الضغط على عمق **هـ** بقدر مزان اختواء سطح **هـ** على سطح **م**

فاذا فرضنا الان أن نقطة **ح** هى الثقل الموضوع على **م** وأن نقطة **خ** هى ثقل **م** **د** **ب** **ث** الذى هو عمود السائل تحصل معنا **ح + خ =** الضغط الواقع على **ب** **ث** فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة

$$\text{هـ} \text{ بقامها هو } (ح + خ) \times \frac{\text{هـ}}{\text{م}}$$

ولو فرضنا أن **ح + خ** تساوى كيلو غراما واحدا قطوأن **هـ** هو قطر الدائرة التى نصف قطرها متر واحد وأن **م** هو قطر الدائرة التى ليس نصف قطرها الاستتيمراتنج معنا أن سطح **هـ** : سطح

م 100×100 أعنى ١٠٠٠٠ : ١ فحينئذ الضغط

الواقع على **هـ** يساوى ١٠٠٠٠ كيلو غرام وهو يساوى تقريبا ثقل ١٥٠ رجلا وهذه التجربة يحدث الضغط المستقيم بواسطة استعمال القوة ١٠٠٠٠ مرة

وهذه القاعدة التي ذكرناها هي ما يسمى بالضغط الادروستيكي المعروف بين الناس بالضغط الايدروليكي

وقد بين باسكال هذه القاعدة وفوائدها حيث ثبت في العمق الاعلى من برميل قائم اسطوانة قائمة طويلة ضيقة جدًا فلما ملأ هذا البرميل ثم الاسطوانة تحصل عن ليتر اوليترين من الماء المطروف في تلك الاسطوانة نتيجة كالنتيجة التي يمكن تحصيلها من البرميل اذا كان متحد القطر من سائر جهاته وكان مرتفعاً الى القاعدة العليا من هذه الاسطوانة فلهذا كانت زيادة ثقل كيلوغرام او اثنين كافية في جبر عمق الاسطوانة بزيادة الضغط زيادة كبيرة فاذا فرضنا الان أننا اخرجنا الماء من الاسطوانة الضيقة ووضعنا بدلا عنه ثقلاً صلباً مساوياً له يكون على شكل مكعب فمن الواضح أن الانضغاطات تكون واحدة من جميع الجهات واذا فرضنا أن ثقل المكعب مضروب في قوة احد ذراعي الرافعة المحركة لساقها وأن الضغط حصل ضربه كذلك أمكن بواسطة قوة قليلة أن نحدث على عمق البرميل ضغطاً مساوياً بالثقال عظيمة

ولما وقف براماه الميكانيكي الماهر على حقيقة هذه الدعوى النظرية استعمل منها في الفنون النافعة استعمالات جيدة فاخترع الضغط الادرووليكي لنسخ الحروف ونقلها ثم استعمله في احداث مجهودات كبيرة وتنتائج مهمة وصار ذلك الآن مستعملاً في عصر الزيوت وضغط المواد المتخذ منها الورق وتصغير حجم الاشياء المراد تعليقها على جوانب السفن وضغط الدخان حتى يصير اوراقاً والخشيش اليابس الذي يجعله الاكثير كتلاً صلبة ويحفظونه بهذه الكيفية مدة طويلة وغير ذلك واستعمله ايضا في عمل البارود والمخاليط التي تتركب منها المدافع

ثم ان هذه الانضغاطات الادروليكية مع ما تحدثه من المجهودات العظيمة لا تستلزم مبالغ مفرطة في الصلابة والمتانة بل يمكن عملها على عربات صغيرة ونقلها الى محل لزومها ومن فوائدها أن تأثير قوتها المحركة يحصل من مسافة عظيمة بواسطة الانابيب الموصلة

واتسكلم الآن على وصف الطولية فنقول ان شكل ١٥ يبين منها القطع القائم المستعرض وشكل ١٦ يبين الارتفاع القائم الطولي وكل حرف من الحروف الاتية رمز الى آلة من آلاتها وحروف ١١١١ المتلاصقة تلاصقا متينا بواسطة فلوزات من الحديد المطرق وبريمات مثقوبة رمز الى تخشيشية الطولية وحرف ر رمز الى الاسطوانة الشغالة الداخلة في عمق الحديد السائل وحرف ث رمز الى المكباس الشغال الذي اذا كانت حركته مترددة وكانت في اتجاهها على خط عمودي أحدثت تأثير الطولية وحرف دد رمز الى الكفة المصنوعة من الحديد الزهر التي توضع عليها الاشياء المطلوب نقلها بالطولية وحرف هـ رمز الى المسند المخروط في الاسطوانة الشغالة لتسليق جلد مرسر المزدوج المشدود بحلقة معدنية وبذلك يلتصق المكباس الشغال باسطواته المتصافا محكما وحرف ف رمز الى الجوزة المثقوبة التي تقاوم في أعلى الاسطوانة وهذه الجوزة الماسكة للجلد المزدوج بحلقها المرتخية يرتقي في وسطها المكباس وفي جزءها الأعلى يكون المجرى منفصلا افتحا مستديرا مسدودا بالكأن او غيره من مواد السد اللطيفة بعدد منه بالزيت وامساكه بطرف رقيق وتستعمل هذه السدادة ايضا في توصيل الزيت الى الاسطوانة ومنع ما يضر بسطح المكباس وحرف غ رمز الى الانبوبة التي تصل الاسطوانة الشغالة بالاسطوانة البخاخة وطرف غ من هذه الانبوبة داخل مع الاحكام في فتحة مخروطية الشكل بأقل جدران الاسطوانة الشغالة وفي طرف غ الذي هو الطرف الثاني من الانبوبة المذكورة قوة مضغوطة بواسطة جوزة مثقوبة موضوعة على مسند مربع في جدران طلمبة البخ وتشد هذه القوة بواسطة حلقة من الجلد وحرف سـ رمز الى السدادة او الصمام الذي لولبه خالص وشكله شكل مسمار رأسه مستدير ومفرطح وهذا الصمام يفتح ويغلق ما بين الاسطوانة البخاخة والاسطوانة الشغالة وفوقه برمية صغيرة معدة لضبط ارتفاع اللولب وتدويرها يمكن رفع هذا اللولب عند الحاجة وحرف عـ رمز الى الحوض المملوء بالماء

وحرف ك رمز الى السدادة المحروطة التي تسد قم الحوض واذا نزع
 هذه السدادة أمكن امتصاص الماء من الخارج بواسطة انبوبة صغيرة
 والحوض المذكور يسهل ملؤه بواسطة انبوبة او تقع وحرف ل و رمز الى
 الصمام الداخل في الجوزة الداخلة في عمق الاسطوانة البخاخة ولواب هذا
 الصمام يرفع رفعا مستظما بواسطة مسمار صغير نافذ في طرفه وحرف د
 و رمز الى المكبس البخاخ الذي يدور طرفه الاسفل الصلب على هيئة اسطوانة
 قائمة الاستدارة وفي وسط ساق هذا المكبس حرف هـ الطويل المار
 فيه محور رافعة ح المثبت في كل من طرفيها بمسك القوة المتحركة وطرف هـ
 الاعلى من ساق المكبس المذكور عبارة عن اسطوانة كبيرة تمر في اسطوانة
 أخرى مجوفة قطرهما واحد ومسندهما مثبت في الممر الاعلى من الشوحيه
 وهذا المكبس يرفع رفعا مستظما بواسطة قوة موضوعة على قاعدة الاسطوانة
 الكبيرة وجوزة داخله في الجزء الاعلى من هذه الاسطوانة وحرف و رمز
 الى الجوزة المتقوية التي يمر فيها المكبس البخاخ وتدوير هذه الجوزة
 يلتصق بالجلدان بواسطة حلقة معدنية بينهما وير الطرف الاسفل من المسند
 المصنوع في جسم الاسطوانة البخاخة وبذلك ايضا يلتصق الاسطوانة بالمكبس
 البخاخ التصاقا جيدا والجزء الاعلى من هذه الجوزة مفتوح بالاستدارة
 بحيث يكون مخزنا للزيت وحرف ح و رمز الى الرافعة المتحركة وهي يد
 الطلوبة وحرف خ و رمز الى حنفية التفريغ وهي عبارة عن اسطوانة
 مقعرة موضوعة على قاعدة الشوحيه وحرف ر و رمز الى اليد المثبتة
 في طرف الاسطوانة الكبيرة وفي الطرف الاخر بريمة صغيرة تنتهي بمخروط
 وتدخل في متراس مخروطي الشكل موجود في وسط جدران الطلوبة
 البخاخة واذا لم تمسك هذه البريمة افتتح المجرى بين الاسطوانة الشغالة
 والحوض ولكن متى دارت تلك البريمة وعادت الى نقطتها انسدت المجرى
 انسدادا محكما وتدوير حنفية خ على اليمين معدلة الطلوبة وتدويرها
 على الشمال معدلة لفتحها

ومما تسهل معرفته قوة الطلومية وتأثيرها وذلك اذا فرضنا ان الاسطوانة الشغالة (المعروفة بالخرقة الشغالة) والاسطوانة الجناخة (المعروفة بخرقة الخبز) مملوءتان بالماء وكذلك الماسورة الموصلة الجامعة بينهما وفرضنا ايضا ان الماء داخل في الخوض فلو رفعنا مكباس الخبز صعود الماء من الخوض الى خرقة الخبز في وسط صمام ل ومتى نزل المكباس انسد صمام ل ويرفع الماء لولب ش (المعروف باللسان) ويمز في اتبوية غ التي توصله الى الخرقة الشغالة فيرفع مكباسها مع ما عليه من الثقل وذلك يكون بالنسبة لكمية السائل المخوخ ومتى صعد مكباس الخبز ثانيا انسد صمام ش وأخذ السائل المجتمع في الخرقة الشغالة دوره ثانيا وهذه الكيفية لا ينزل المكباس الشغال حتى يضغط مكباس الخبز مرة أخرى وعلى هذه الطريقة التي ذكرناها تتكرر العملية

فاذا تم تأثير قوة الطلومية في جميع الاشياء التي تتأثر بها وفتحت حنفية التفريغ نزل المكباس الشغال بثقله ومتر الماء في الخوض من فتحة هذه الحنفية

وبهذه الطريقة تحسب قوة الطلومية فاذا كان عمودان من السائل مشتركين فكل قوة اثرت في أحدهما فانها تتحول على حسب السطوح الضاغطة * والقوة الميكانيكية المؤثرة في مكباس الخبز تتحول بواسطة السائل الى المكباس الشغال بالنسبة الى سطح المكباسين وهذا هو ازدياد القوى الذي كان يسمى براماه بالقوة الادروستاتيكية للطلومية

(وينبغي بعد تكرار العملية مزيد الاعتناء بنظافة الطلومية وملء الخوض بالماء الصافي ودهن المكباس الشغال بالزيوت الحلوة الجيدة والطلومية قابلة للفساد قليلا نظرا الى أن تركيبها ساذج بسيط ولكن اذا تعلق جسم اجنبي بأحد الصمامات وفتحت حركته حتى يزول عنه هذا الجسم الغريب ويمكن في جميع الاوقات الكشف على صمام ش برفع البريمة التي تغطيه وكذلك صمام غ الذي هو صمام التفريغ يمكن الكشف عليه بالتدوير واما صمام ل فيكشف عنه

برفع الطلوبة بجماعها وهو نادر لا يكون الا عند الحاجة
مثلا اذا فرضنا أن قطر المكباس الشغال = ٣ سنتيمترات وقطر مكباس
النج = ٩ سنتيمترات وذراع الرافعة الصغير = ١٠ سنتيمترات
والذراع الكبير = ٦٠ سنتيمترا كانت سطوح المكاسين مناسبة لمربعات
قطريهما وذلك عبارة عن $(\frac{1}{9})^2 = (\frac{1}{3})^2 = \frac{1}{9}$ وهذه النسبة
هى القوة الادروليكية للطلوبة واما القوة الميكانيكية للرافعة فهى $\frac{1}{6}$
= $\frac{1}{4}$ فتكون بالضرورة النسبة المركبة من نسبة القوة الى مقاومة
الطلوبة مساوية $\frac{1}{4 \times 9} = \frac{1}{36}$ فاذا فرضنا حينئذ أن مكباس النج يتحرك
بقوة تساوى ١٠٠ كيلوغرام فالاجسام التى تؤثر فيها قوة الطلوبة تأخذ
قوة ١٠٠ كيلوغرام ٥٤ مرة أى ٥٤٠٠ كيلوغرام

ومن الطلومات الادروليكية ما تؤثر فيه الكفة المدفوعة بالمكباس الشغال
وهى نازلة عوضا عن كونها تؤثر وهى صاعدة ومنها طلومات أخرى يتحرك
فيها البرواز المحيط بالمكباس الشغال عند تحرك هذا المكباس ليحصل بذلك
على وجه السرعة تقريب هذين الجزئين اللذين يحدثان الضغط وقد ذكر
جميع ما يتعلق بذلك تفصيلا مسيو بوزيس فى رسالته الكاملة التى ألفها
فى الميكانيكا المطبقة على الفنون وهى الرسالة السادسة التى تكلم فيها على
الآلات المستعملة فى جميع الصنائع على اختلافها فى صفحة ١٠٠

و صفحة ٢٢٧

ولما تكلمنا تفصيلا على حركة الطلوبة الادروليكية استنبنا أن نذكر هنا
تطبيق الطلوبة واستعمالها فى الاشغال التى لا بد منها لبعض الفنون ولنبداً
من ذلك بالكلام على الطلومات الادروليكية المستعملة فى ترزيم البضائع
وحزمها فنقول لما طفت بمخازن ترسانة وولويس الواقعة على شاطئ نهر
التاميز رأيت فيها طلوبة ايدروليكية مركبة فى الطبقة الاولى وكان الاولى
تركيبها تحتها ووجدتهم يستعملون هذه الطلوبة فى حفظ الشوالات
والمحزومات وتصغير حجمها بقدر الامكان وذلك كحزومات الملابس وغيرها

من سائر الاشياء على اختلاف أنواعها المعونة من الترسانات الكبيرة الى
المخازن العسكرية

ثم ان الطلوبة الجناحة التي تتحرك باليد بواسطة رافعة سواء كانت تلك
الطلوبة كبيرة او صغيرة تعطى ماءها بواسطة قناة صغيرة ذاهبة الى قاعدة
انبوبة صلبة متخذة من الحديد مشدودة تحت السقف بلوك من معدنها
شدًا محكمًا والمكبس الشغال الداخل في هذه الاسطوانة يحمل سطحًا معدنيًا
وفوق هذه الاسطوانة دائرة عميقة مرصوص فيها جملعة كبيرة من ألواح
الخشب الصغيرة وذلك لاجل نقل الضغط بعض مرونة ولين والانضغاط
يحصل بين السطح المذكور وخشبة كبيرة أقيية موجودة في الخشبية
فتنزل هذا السطح سدًا محكمًا للثقب المربع الموجود في اللوح الذي يظهر
أن ذلك السطح جزء منه

ولتكلم الآن على الطلوبة الادروليكية المستعملة في تهديد الاخشاب
وتسويتها فتقول ان أعظم استعمالات الطلوبة الادروليكية هو استعمال
الالة المعدة لتسوية الاخشاب

وذلك أن التي اخترعها المهندس براماه ربط العجلة (اي طارة) أقيية من
حديد قطر هانحو ثلاثة أمتار ربطا جيداً مع محورها بعوارض وأربعة سلوك
من الحديد مائلة بقدر ٤٥ درجة وقسم هذه العجلة الى ٣٢ قسمًا
متساوية وجعل في كل نقطة من التقسيم حراً داخل فيه قضيب ذو سن وهذه
الاسنان مخنية على شكل انصاف اسطوانات مستديرة يتكئون عن
محورها مع الاقن زاوية مساقها تقريباً نحو ٣٠ درجة والاسنان
المذكورة عبارة عن اضراس مائلة متينة جدًا

وفي كل جهة من محور هذه العجلة الشغالة عربة مستطيلة جوانبها
التوازية تحمل حملاً أقيياً قطعة الخشب المطلوب تسويتها بأن ثبت عليها
تئينا جيداً يبريمات الضغط

وجميع تلك الاسنان ليست على وضع واحد بحيث تحز في الاخشاب

حزوا متساوية الاعماق بل هي منقسمة الى خمسة فئمة اوسمة فئمة بحيث يحز أول الفئمة او الستة البعيد عن محور الدوران حزا دون غيره في العمق والثاني الاقرب منه الى المحور يكون حزه أعمق من حز الأول والثالث يكون حزه أعمق من الثاني وهكذا وقائدة هذا الوضع أنه عند الحاجة ينزل الاجزاء البارزة من سطح الخشب المطلوب تسويته بقدر ٢ من الستيمترات

ومتى دارت هذه الاضراس التي عدتها ٣٢ ضراغا ترسمه على الخشب المطلوب تسويته من الخطوط التي عدتها اثنان وثلاثون خطا تكون مسافة مجموعها بالنظر الى العرض مساوية لكمية سير العربة مدة دوران العجلة فعلى ذلك اذا كانت حركة العجلة سريعة وحركة العربة بطيئة كانت الخطوط المذكورة محصورة في مسافة صغيرة جدا بمعنى انها تكون على شكل سطح مستو تقريبا ولاجل تسوية الخشب وصلقه كما ينبغي يلزم أن تثبت قارة على محيط العجلة الشغالة فان الاضراس متى رسمت خطوطها الرفيعة ارتفعت جميع زوائد الخطوط المنخفضة بمرور القارة عليها مرة واحدة وهذه النتيجة ظاهرة محسوسة فان كل سن من الاسنان المخنية عند ما يمر على الخشب يقذف بالقوة البعيدة عن المركز شيئا من التشارة الدقيقة وتزداد الخطوط المرسومة في الخشب شيئا فشيئا ثم تمر عليها القارة فتعورها وتصلحها حتى تصبح سطحا واحدا مع غاية الانتظام الهندسي فاذا لم يكن للعجلة التي قطرها ثلاثة أمتار حركة مضبوطة فان القارات تارة يكون حفرها أعمق من حفر الاسنان ويحصل لها مقاومة عظيمة وتارة تمر فوق خطوط الخشب ولا تزال مانعها من الزوائد فيظهر في قطعة الخشب بعد شغلها تجاويف وخطوط كبيرة فيلزم حينئذ تسويتها بالطرق المعتادة

ومحور العجلة الشغالة يدور في اسطوانتين مقعرتين مثبتتين دائما احدهما في الارض والاخرى تحت سقف العمارة وهذا المحور مرتفع قليلا فوق التعشيق الاعلى وفي رأسه رافعة تقطع ارتكازها تحمل من كلتا جهتيها ثقلا

تحدث به على المحور ضغطا محدودا وكذلك الاسنان تحمل ثقلا به تغلب
مقاومة الخشب الذي تحطه وحيث ان عمق الخطوط هو نتيجة التوازن بين
ضغط الاسنان المستقر ومقاومة سطح الخشب الخام المتغيرة فهذا العمق
يكون قليلا في اوائل مرور الاسنان التي تتم في رجوعها اصلاح الاجزاء
الكثيرة البروز والصلابة وبهذه الطريقة لا يحصل للاسنان كسرا ونلم
وفي الغالب يلزم تسوية الاختساب المختلفة السمك مع بقاء ارتفاع العربية
وموضع جريانها على حالة واحدة فيلزم اذن أن يكون سطح الاسنان قريبا
او بعيدا عن سطح العربية الاعلى بمسافة تساوى سمك كل قطعة يراد اصلاحها
وهذه النتيجة انما تحصل من الصغط الادروليكي

ومحور العجلة المسلحة بالاسنان يدور في ثقب مخروطي الشكل على رأس
مكبس موضوع في اسطوانة ذات ضغط ادروليكي فتدخلك الماء في هذه
الاسطوانة ارفع محور العجلة وارفع معه السطح الافقي من الاسنان المسلحة
لهذه العجلة واذا ترك الماء يسيل لم تحصل هذه النتيجة ويستدل بما هو
مرسوم على طول المقياس المدرج الموضوع على كل خشبة مستطيلة
من الاختساب المنصوبة بجانب العجلة على ما يكون للقطعة المطلوب تسويتها
من السمك الناتج لها عن ارتفاعات العجلة المختلفة فعلى ذلك اذا فكت
اوسدت الخنقية التي هي مدخل ومخرج ماء الطلمبة الادروليكية أمكن
توصيل العجلة الى المحل اللازم لذلك لاجل اجراء الشغل المطلوب

وقد ذكرنا انه يوجد عربتان متشابهتان كل واحدة منهما على جهة من المحور
ودوران كل منهما مخالف لدوران الاخرى ولا يدوران معا الا لاجل تسوية
الاخشاب المتحدة السمك او المختلفة بشرط أن يوضع تحت القليلة السمك
مساند ترفعها حتى تساوى الاخرى ولكن العادة انما جرت بتسوية الاختساب
المتشابهة المتحدة التوازن وجميع الاختساب المراد تشغيلها تكون مثبتة على
العربات بربعات الضغط

ثم ان الصغط الادروليكي ليس مقصورا على تثبيت ارتفاع العجلة الشغالة

بل يكون ايضا واسطة في زيادة حركة العربات وتقليلها وفي الجريين اللذين
تتفرع من العربات سلسلة غير متناهية تشق أحد جوانب تلك العربات التي
يمكن حصر تلك السلسلة فيها بكلمة من الحديد تسد وتفتح بواسطة بريمة
رأسها خارج هذا الجانب على جهته وإذا اقتضى الحال جذب هاتين
العربتين معا بهذه السلسلة انضمنا اليها بواسطة كلمتين من الحديد وإذا اقتضى
الحال تسيير احدهما فقط فتحت الكلمة المثبتة للآخرى على السلسلة
وهذه السلسلة ترجع من جهة على عجلة كبيرة آقية حاملة على محورها عجلة
مضروسة أصغر من الاولى سرتين أو ثلاثا

والمكبس الشغال من الطلوبة الادروليكية يكون مسطابقا بضيف مستقيم
مضروس موضوع على مستوا أفقي وداخل في العجلة الصغيرة المضروسة
التي ذكرناها فإذا دخل الماء في الاسطوانة الشغالة دفع المكبس وأدار
التضيق المضروس العجلة الحاملة للسلسلة الغير المتناهية ودارت العربتان
بحركة متساوية لتبعد احدهما عن الطلوبة وتقرب الاخرى منها
والتضيق المضروس يعمل على طرفه المقابل للمكبس والاسطوانة مكبسا آخر
داخل في اسطوانة أخرى بحركتها مخالفة متأخر سير العربتين وقطر هذه الاسطوانة
الثانية يكون أصغر من قطر الاولى فعلى ذلك يكون تأخر العربات أكثر
في السرعة من حركتها المتزايدة وهذا يمكن الوقوع لان الاضرار في حركة
التأخر لا تشتغل وانما يحصل منها بعض احتكاك

فاذا فرضنا أن سرعة العجلة المسطحة بالاضراس مستمرة فإن شغل الاضرار
يكون بقدر ما في قطع الخشب المراد تسويتها من العرض والصلابة ويكون
المطلوب تصغير سمكها بتسويتها واصلاحها حسب الامكان ولاجل
أن تكون قوة الاضرار مستمرة يلزم أن يكون سير العربات سريعا كثيرا وقليل
على حسب ابعاد الاخشاب المراد تسويتها وعلى حسب طبيعتها ايضا

وحنفية التفريغ تجعل لكمية من الماء كثيرة كانت او قليلة مسلكتا
في اسطوانة الطلومات الادروليكية اي المائية وهذا ما تغير به سرعة

العربات في حركاتها المتزايدة * ومقبض كل حنفيه يكون على شكل ابرة ويدور على دائرة مدترجة واذا سدت الحنفيه سدا محكما فالمياه المجذوبة بالطولوبة البضاخة تستعمل في تقدم العربات او تأخرها وهذا هو الذي يحدث السرعة الكبرى واذا فُتحت بالكليّة فالمياه المرفوعة بالطولوبة تسيل بتمامها في الخوض ولا يكون هناك سرعة اصلا وفي الانبوبة الموصلة للماء اللازم لتأخر العربات حنفيه وبرة ومحيط مدترج مثل السابقة وكل منها مثبت وملصوق في الانبوبة المذكورة

واول محرك للطولوبة هو آلة بخارية قوتها تساوى قوة ستة من الخيل وعلى الحائط التي تفصل المسافات المشغولة بالآلة البخارية والآلة المعدة لتسوية الاخشاب قضيب أفقي من الحديد في نهاية أحد طرفيه ثقب مستدير داخل في دائرة مجوفة متحدة القطر مثبتة خارج المركز على المحور الأفقي الذي تحركه طولوبة النار بلا واسطة والطرف الآخر من هذا القضيب منضم بواسطة مسد الى الذراع الاول من الرافعة التي يحرك ذراعها الآخر مكاس الطولوبة الماصة الكاسية في الحقيقة هناك طلوبتان تتحركان في آن واحد بحركة واحدة يستعمل اكثرها قوة في الحركات الاقية للعربة والاخرى في الحركات المتعصبة للجملة المضرسة فهذه هي طلوبات البج التي تستعمل في الضغط الادروليكي

وبمقتضى ما ذكرناه يفتيح عن كل دورة من دورات المحور الأفقي دوران المحور القائم وهذا انما هو في صورة ما اذا فرضنا أن الطارات ذات الزاوية التي تنقل في وقت واحد لكل من المحورين حركة الاخر متساوية وأن القضيب الأفقي يرفع مرّة ويخفض أخرى مكاس البج الذي يحرك العربات فتكون حينئذ كمية الماء المنجوخة في الطولوبة الادروليكية مناسبة للمسافة التي تقطعها اضرار الجملة الشغالة فعلى ذلك مهما كانت سرعة الآلة البخارية المهدنة للقوة المحركة فعرض الشقوق التي تخطها الاضرار يكون واحدا مادام العقب الذي يعين سير العربات ملازما لنقطة واحدة من المحيط المدترج

ثم ان هذه الآلة التي وصفناها يسهل اصلاح اى جزء من اجزاها فانه
بواسطة مفك من حديد او برية يمكن ان ارج اى آلة حادة يراد سنها
او تغييرها ثم اعادتها الى محلها بدون توقف على بقية الآلات اذ ليس لهذه
الآلة سوى تعشيق بسيطين لا يستدعيان كبير تعب ومع ذلك ينبغي
الاعتناء عند تشغيل العجلة المسلحة بتعريكها او باليد قبل تعشيقها بالعجلة
ذات الزاوية التي يحمل محورها عجلة المحور المحرك الافقي لان العجلة المسلحة
فيها قوة كبيرة فلو تحزكت دفعة واحدة بالحركة السريعة الصادرة
عن الآلة البخارية لعظمت المقاومة في مبدأ الامر على اضرار التعشيق
وربما تلفت في الحال بهذه القوة الشديدة فلهذا لزم الاهتمام بيده تعريك
العجلة المسلحة باليد مع اللطف حتى يكون ازدياد السرعة الواقعة عليها
في زمن التعشيق تدريجيا بحيث لا تشتمل عليها المقاومة

ولاشك ان هذه الآلة غالية الثمن **كثيرة** الكلفة غير أنه اذا لاحظنا
ما نستدعيه من قلة المصاريف في اصلاحها ومن السرعة العجيبة التي
تشتغل بواسطتها الاشغال التي تستغرق في شغلها بغير تلك الآلة زمنا
طويلا وجدنا في استعمالها توفيرا عظيما ويمكن عند الحاجة احداث
تسائج عظيمة بواسطة الآلة التي يمكن أن نسوى بها أتم التسوية في طرف
دقيقة او دقيقتين كل جهة من جهات الاخشاب الغليظة الخارجة من
ورشة النشر خاما بدون اصلاح ولا تسوية

ولتسلك الآن على الطلوبة الادروليكية المستعملة في تطريق المعادن
ف نقول انه يوجد في ترسانة وولويك طلوبة ادروليكية صغيرة
تستعمل في تطريق المعادن وهي عبارة عن آلة بخارية تحرك برمة مشدودة
مع الاتصاب دائرة الى أسفل والشغال يضع باحدى يديه تحت هذه البرمة
على كفة الطلوبة الادروليكية قطعة المعدن التي يريد أن يتقب فيها ثقبا
كثير العمق او قليله ويتكئ بيده الاخرى على رافعة الطلوبة البخاخة
ويحاول تنظيم حركاتها على وجه بحيث تقرب هذه القطعة المعدنية

من البرمة عند ما تدور هذه الآلة

(الكلام على الطلومبة الادروليكية المستعملة في صناعة البارود)

لا يفتنى أن التركيب الكيماوى الذى به يتكون البارود يستدعى ضغطا كبيرا حتى يكون لهذا البارود قوة وكثافة عظيمة فقد صايف ما اخترعه براماه فى هذا المعنى قبول الناس وتعودهم على استعماله ولا مانع أن يقال أنه كثير الفائدة عام النفع ثم ان تركيب هذه الطلومبة الجديدة هو فى الحقيقة عين تركيب طلومبى (شكل ١٥) و (شكل ١٦) غير أن طلومبة البج التى يكون قعرها الشغالة الذين يضغطون على البارود تكون منفصلة عن الاسطوانة الشغالة وعن الكفة التى يضغط عليها البارود بحاجز كثيف بحيث يبقى الشغالة من خطر البارود اذا التقدوا لانبوبة الموصلة لماء الطلومبة البخاخة الى الاسطوانة الشغالة مائة من تحت هذا الحاجز المستوى ويكون الوضع على شكل اسطوانة محورها عين محور الطلومبة البخاخة

وتوضع مادة البارود النمام التى يراد ضغطها فى صندوق من خشب مستطيل الشكل فى باطنه بطانة من الرصاص وعلى ظاهره تليسات من الحساس وأعلى قابل للانفصال والجزء القائم المستطيل الذى هو عبارة عن مقدمه ينزع ويوضع على حسب الاقتضاء وهو مشدود بعوارض ومسامير من نحاس

وهذا الصندوق يمكن أن يحتوى على نحو ١٥٠ كيلو غراما من البارود وعوضا عن كون الانكيز يضغطون البارود كالفرنساوية كتلا كبيرة يسمونه الى طبقات رفيعة يفصلونها عن بعضها بصفايح من نحاس وتوضع وضعاً أفقياً فهذه الطريقة يكون الضغط أسهل وأتم فان البارود متى انضغط بهذه الكيفية تجزأ وانصق كله مع السهولة واذا وُضع الصندوق على كفة الطلومبة لم أن ينصب بقرب هذه الكفة صقالة صغيرة فوقها سطح يكون ارتفاعه بقدر ارتفاع الكفة التى تكون منخفضة بقدر الامكان وعلى كلتا جهتي هذا السطح حز كبير يشبه حوز سكاك الحديد كل حز منهما

يتمدد الى آخر كفة الطلوبة تحت الصندوق وفي هذين الحزين يدخل حزان
 مجوفان او بكرتان مجوفتان لهما حلقان والصندوق يوضع فارغاً على السطح
 ثم يملأ ويغطي بغطائه المستطيل ثم يدفع الى الكفة فعند ذلك تنزع الصقالة
 الحاملة للسطح وفي أمقل العارضة العليا من تخشيبية الطلوبة قطعة
 غليظة من الخشب عرضها دون عرض غطاء الصندوق
 حتى تحركت الطلوبة البضاخة ارتفعت الكفة ورفعت معها الصندوق
 فعند ذلك يمس غطاء الصندوق قطعة الخشب الغليظة الثابتة فيستقر ايضاً
 هذا الغطاء ويثبت ولاجل أن يستمر الصندوق المنخفض بالكفة على الصعود
 دائماً يلزم أن يدخل الغطاء المذكور ويضغط البارود الذي في الكفة حتى
 يصغر حجمه شيئاً فشيئاً بقدر الامكان

• (الدرس السابع) •

في الكلام على توازن الاجسام السابجة وعلى افعالها النوعية وعلى
 سيلان السوائل

اذا وضعت جسمين من الاجسام الصلبة في سائل من السوائل وجدت بعض
 هذا الجسم ينغمس في هذا السائل من جهة وبعضه يعوم على سطحه
 من الجهة الاخرى ومن تلك الاجسام ما يثبت في السائل على وضع متوسط
 بحيث لا يميل الى قرار السائل ولا يصعد على سطحه ومنها ما يميل الى القرار
 فلذا وجب علينا أن نبين عن منشأ تلك الاوضاع المختلفة من حيث
 التوازن ونبدأ من ذلك بالحالة الاولى لمزيد أهميتها فنقول
 اذا فرضنا أن كتلة من السائل مكثت راصدة في حوض اسـ
 (شكل ١ لوحة ٢) وفرضنا أن جزءاً من هذا السائل مثل
 مـ حـ غـ تجمد دفعة واحدة بدون أن يزيد او ينقص وزنه او حجمه
 فلا تغير فيه حالة التوازن اصلاً وزيادة على ذلك تجدد الجزء الباقي من السائل
 على حسب المساواة الموجودة بين الفعل وردة يضغط الجزء المتجمد من أسفل
 الى أعلى بقوة تساوي زنة هذا الجزء المتجمد الذي هو مـ حـ غـ

ولنعوض الآن جزء م د ح غ بجسم صلب موافق في صورته الظاهرة وفي زنة الجزء م د ح غ ونبحث عن الشرط اللازم لمكث هذا الجسم في حالة التوازن

ولنفرض أن نقطة ع هي مركز ثقل السائل المعوض بالجسم السابح فإذا كان مركز ثقل الجسم الذي هو عوض عن سائل م د ح غ في محل غ فلا شك أن انضغاطات السائل الظاهر الرأسية تساوي زنة سائل م د ح غ قبل تعويضه وتساهي زنة جسم م د ح غ الذي هو عوض عن سائل م د ح غ

فإذا لم يكن مركز ثقل جسم م د ح غ الصلب في محل غ بل صعد أو هبط عموديا عن نقطة غ التي هي مركز م د ح غ فلا شك أن اندفاع السائل الظاهر من أسفل إلى أعلى يكون على هذا الخط العمودي بعينه ويكون مخالفا لزنة الجسم وبذلك يحصل التوازن دائما

ومن هنا نتج هذه النتيجة الأولى وهي أن كل جسم سابح على سائل أو منغمس فيه يكون فيه على حالة التوازن في صورتين • الأولى صورة ما إذا كان ثقل الجسم مساويا لثقل السائل المعوض بهذا الجسم • الثانية صورة ما إذا كان مركز ثقل الجسم الصلب ومركز ثقل الماء المعوض بذلك الجسم موضوعين على خط قائم واحد

فإذا فرضنا الآن أن زنة الجسم مساوية بالضبط لزنة حجم السائل المساوي لحجم ذلك الجسم أمكن انغماس هذا الجسم في هذا السائل بحيث تكون نقطة التهافت عمادة لتسوية السائل أو تكون هذه النقطة منغمسة في السائل بعدة درجات مختلفة من العمق فإذا استقر الجسم والسائل المحتوى عليه أمكن أن يترك هذا الجسم ونفسه فيصير دائما في الوضع الذي أخذه في خلال الماء

ولكن إذا كان الجسم أخف من حجم السائل المساوي لحجمه فإن ضغط الماء المحيط به يدفع هذا الجسم من أسفل إلى أعلى بقوة تساوي التفاوت الموجود بين زنة السائل المعوض والجسم الصلب فيصعد هذا الجسم حيثئذ ويخرج

منه جزء فوق السائل حتى يكون حجم الجزء المنغمس مساويا لوزن السائل
المساوي لوزن هذا الجسم

ولنتكلم الآن على الحالة الثالثة أعنى الحالة التي يكون فيها الجسم الصلب
أثقل من حجم السائل فنقول أننا إذا فرضنا في هذه الحالة أن الجسم الصلب
منغمس بتمامه في السائل فإن الضغط الحاصل من هذا الجسم من أعلى الى
أسفل على حسب ثقله يكون أكبر من رد الفعل الحاصل من السائل من أسفل
الى أعلى فاذن يتأثر الجسم بفعل ثقله الخاص ويهبط الى قرار السائل اذا كان
ثقل هذا السائل واحدا من جميع جهاته

وهذه النتائج الاولى كلها كثيرة القوائد ففى طرحنا في السائل كالماء مثلا
جسمامن الاجسام الخفيفة فانه يمكن بقوة الدفع غمس هذا الجسم تحت سطح
السائل مدة لحظات قليلة ولكن عما قليل يدفعه السائل الى أعلى فيظهر فوق
سطحه ويعوم عليه ولا يبقى في السائل حينئذ من هذا الجسم الاجزاء يكون
حجمه الموضوع في السائل مساويا لثقله النوعي

واذا كان للاجسام تحقيقا وتقريرا ثقل يساوى حجم الماء الحالة هذه الاجسام
محله فان تلك الاجسام غمكت في خلال الماء كبعض الاخشاب السابجة التي
ليس لها من الخفة ما تعوم به على سطح السائل ولا من الثقل ما تنغمس به وتهبط
الى القرار وبالجملة ففى كانت الاجسام أثقل من الماء ولو يسير فانها تهبط
من نفسها الى قرار السائل وهذا ما نشاهده اذا طرحنا في الماء كرة من حديد
او من رصاص

فبناء على ذلك اذا كان للجسم زنه ثابتة الآن فيه خاصية بها يزيد حجمه او ينقص
فانه يمكن أن يغمس في خلال السائل او يعوم على سطحه او ينزل الى قراره
فاذا جعلنا هذا الجسم قدر كمية السائل الذي يحل محله فان وزنه انما أن يكون
قدر هذا الجسم أو أقل منه أو أكثر وهذه هي الخاصية التي توجد في الاشياء
فان الله سبحانه وتعالى جعل لها من الوسائط ما تعيش به في الماء ولو بلغ في العمق
ما بلغ وتنقل فيه مع غاية السهولة من محل الى آخر فجعل لها قناة هوائية

محاطة بغشاء مرن ينسبط تارة ويتقبض أخرى فيزيد حجمه أو ينقص حتى
أراد هذا الحيوان الارتفاع اكتفى بإرخاء العضلات الضاغطة لهذه القناة
فيزيد حجمه في الحال بدون أن يزيد ثقله فهذه الكيفية يرتفع الى سطح السائل
المحيط به بواسطة رد الفعل ومتى أراد النزول الى قرار السائل حرّك تلك
العضلات الضاغطة للقناة المذكورة فينقص حجمه وينزل بثقله الخاص به
حتى اذا وصل الى العمق الذي يريد له لاجل امنه واستراحته فتح تلك القناة على
قدر الكفاية بحيث يحدث فيه ثقل يساوي ثقل الماء الذي يحل محله فيمكن فيه
حينئذ مع الراحة والسكون

فإذا فرضنا الآن أن المطلوب عمل سفينة غير قابلة للغرق لزم أن نفرض أن
جميع اجزائها التي يمكن للماء الدخول فيها ممتلئة بالماء وأن ذلك لا يمنع
السفينة من العوم ويمكن عمل ذلك بأن نتخذ هذه السفينة من مواد خفيفة
جدا كالأخشاب البيضاء لاسيما خشب الفلين بحيث لوملا الماء جميع
المسافة المشغولة بالمواد التي اتخذت السفينة منها لكان ثقل الماء اكبر من
ثقل السفينة فاذن لا فائدة في ملء باطن السفينة بالماء وحيث ان هذا الماء
ليس أثقل من الماء الذي حلّ هو محله فالتفاوت المقروض بين ثقل الجواهر
الخفيفة المركبة منها السفينة و ثقل حجم الماء لم يزل موجودا فبناء على ذلك
تعوم السفينة ولا تغرق اصلا * وبموجب هذه القاعدة عملت الزوارق الصغيرة
المعدة لانتقاذ اهل السفن الكبيرة التي تغرق قريبا من الميناء ولكن لسوء الحظ
لم يمكن أن يصنع من تلك المواد هذه المثابة السفن الكبيرة المعدة لحمل كثير
من الناس والاسلحة والبضائع الصغيرة الحجم الكبيرة الوزن فاذن يلزم التثبت
بوسائط أخرى يكون بها انتقاذ تلك السفن من العوارض الكبيرة التي
تفنى بها الى الفرق

وأعظم الاستعمالات التي أمكن للبشر استكشافها من خواص السوائل
التي تحمل بها الاجسام الصلبة الموضوعة على سطحها هي خاصة القنج
والسفن التي تسير على الماء في البحيرات والابحار لنقل الناس والمخضولات

الصناعية الى مسافات بعيدة في أزمنة يسيرة بواسطة قوى قليلة
وهذه السفن ليست إلا أجساما صلبة مقعرة تفلها الكلي أقل من حجمها
المشغول كله بالماء وبالجملة فالسفينة اذا وضعت على سطح الماء فانها تعوم
فوقه

والجزء الاسفل منها المنغمس في السطح الافقي من تسوية الماء يقال له اترابل
اي أسفل منطقة السفينة والسطح الافقي المذكور يعرف بالسطح
المساوي للماء اي بنقطة تهفف الماء فعلى ذلك خط التهفف الذي هو المحيط
المرسوم على السطح الطاهر من السفينة يسمى بمستوى التهفف اي تسوية
سطح الماء

ومقتضى القواعد التي ذكرناها في شأن توازن الاجسام السابجة على ظهر
الماء انه لا يمكن أن تعوم السفينة على ظهر الماء وتبقى على حالة التوازن
بدون الشرطين الآتيين وهما

(أولا) يلزم أن يكون اترابل المساوي بحجم الجسم الماء المعوض بالسائل
مساويا في الثقل لجسم الماء المساوي لثقل السفينة مساواة تامة

(ثانيا) يلزم أن يكون كل من مركز ثقل اترابل المفروض شغله كله بالماء
ومركز ثقل السفينة موضوعا على خط عمودي واحد ولا يكفي أن تكون
السفينة المراد وضعها في الماء موضوعة في وضع واحد على ماء راكد بالكلية
ولا أن تكون متوازنة توازنا وقتيا فان كثيرا من العوارض العادية تعرض
على حين غفلة وتغير هذه الحالة وذلك أن ركاب السفينة وخدامها المتوطنين
بإدارة سيرها وحركتها ينتقلون في الغالب من جهة الى أخرى ومن الأمام الى
الخلف وكل حركة من حركاتهم تغير حالة التوازن الاصلية وأدى حركة من الرياح
التي تغير تسوية السائل وتقرع الجزء العائم من السفينة يحدث عنها عوارض
أخرى قوية تغير حالة التوازن ايضا

فاذن لا ينبغي الاقتصار على مجرد كون السفينة ملازمة لوضع واحد
من التوازن على السائل بل ينبغي ايضا أن يفرض انها مع تغير هذا الاتجاه

بسبب اى عارض كان تكون فى حالة التوازن او انها تميل الى اخذ التوازن
والرجوع الى وضعها الاول

فاذا فرضنا أن السفينة كانت فى وضعها الاصلى (شكل ٢) ثابتة على
سائل من وأن نقطة ث هى مركز ثقل الاترابل وهو مرون
وأن نقطة غ هى مركز ثقل السفينة لزم أن كلا من هذين المركزين يكون
على خط واحد عودى مثل ث غ بحيث تكون السفينة فى السائل
على التوازن دائما ولو فرضنا انها تميل قليلا بحيث تكون أ د (شكل ٣)
هو خط التهفهد بدلا عن أ د الذى هو خط التهفهد الاصلى رأينا
ان الاترابل يكتسب حجم د ب د من جهة خط ث غ
ويقتطع حجم أ ب ا من الجهة الاخرى من هذا الخط فاذا كان مركز
الاترابل بهذا التغير مستقلا من جهة ب د د الى نقطة ث

فاذا رجعنا عود ث م الى نقطة م التى يتلاقى فيها مع مستقيم
ث غ فنقطة م هذه هى ما يسمى بالمركز الخارج من السفينة
واذا كانت نقطة غ التى هى مركز السفينة موضوعة فى نقطة م
مع الاحكام والضبط حصل التوازن وبقيت السفينة على حالة التوازن
فى وضعها الجديد كما كانت فى وضعها الاصلى

ولو فرضنا أن نقطة غ التى هى مركز ثقل السفينة تحت نقطة م
لكان هناك قوتان احداهما تساوى ثقل السفينة وهى التى تحركها
فى نقطة غ من أعلى الى أسفل والاخرى تساوى هذا الثقل او ثقل الماء
المعروض وهى التى تحرك السفينة من أسفل الى أعلى فعلى ذلك تحرك هاتان
القوتان معا لاجل تدوير الجسم العائم من الشمال الى اليمين فان مال من
اليمين الى الشمال او العكس بمعنى ان اختلاف القوتين يكون سببا فى اخذ
السفينة لوضعها الاصلى ففى هذه الحالة يكون التوازن ثابتا ويستقر
الانسان فى السفينة ولا يخاف من الفرق اذا تغير وضع التوازن الاول
واما اذا كان مركز غ (شكل ٤) فوق نقطة م فان قوة ثقل

السفينة وقوة السائل الدافعة يتحرك لاجل تدوير الجسم في جهة واحدة كليل السابق بمعنى اننا اذا ميلنا السفينة من جهة مالت معنا الى تلك الجهة وبالجملة فبدون النظام والترتيب الذي لم نتكلم عليه هنا تدور السفينة حتى تتقلب وهذا ما يسعى بالاعقاب وفي هذه الحالة لا يكون التوازن ثابتا وقبل أن يعرف مهندسو السفن الوسائل اللازمة للثبات الكافي للمراكب كان أغلب السفن لا يوجد فيها هذه الصفة التي لا بد منها ولكن يرى ما عيل الى وضعه الاول اذا حصل له أدنى تغير ولكن اذا تجاوزت القوة العارضة حدّها فان السفينة التي تكون ثابتة في الميناء لا تكون كذلك في وسط البحر مع شدة الريح العاصفة بل بمجرد اشتداد الريح تتقلب السفينة وتضيق وركابها تحت الامواج واما الآن فصار يمكن التحرز من مثل هذه الاخطار بواسطة المعارف

ومن ألفة الاشياء كون الانسان يرى العلوم البحرية تسعى الى اعانتة وحفظه من الاخطار التي لم يمكن تدار كها بالتجربة العملية التي هي عبارة عن استعمال بعض وسائل متخيلة وحسابات مضبوطة ولولا كثرة مواد هذا البحث لا وردنا هنا ما يلزم له من التفاصيل المتعلقة بمعرفة ثبات السفن فان ذلك من خصوصيات الهندسة العالية فلم تركه للضباط البحرية ومعماريات السفن حيث ان ذلك من وظائفهم فليراجعوه في تطبيقات الهندسة والميكانيكا فانه مذكور فيها مع التفصيل والتوضيح التام ولما تكلمنا على تغيرات حجم الاجسام السابجة ناسب أن نعقب ذلك بالكلام على ثبات او تغير حجم السوائل التي نعوم فيها هذه الاجسام فنقول

ان هنالك سوائل كالماء والنيذ والزيوت والزيق لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا ولو اشتد الضغط عليها فلذا كانت تسمى بالسوائل الغير المنضغطة وهي وان كانت لا تتأثر بالقوى التي يستعملها الانسان في زيادة حجمها او تقليصه لكنها تتأثر بالقوة المؤثرة في جميع الاجسام الطبيعية وهذه

القوة هي الحرارة

فكلما زادت الحرارة في هذه السوائل زاد حجمها فاذا وضعنا عدة سوائل مختلفة الطبيعة في محل واحد و كانت كلها تتأثر بالحرارة على اختلاف أنواعها فان ما بطراً على حجمها من التغيرات يكون على حسب النسب الثابتة تقريباً مثلاً اذا فرضنا أن عموداً من الماء تأثر بقوةين مختلفتين من قوى الحرارة او البرودة حتى زاد طوله او نقص كنسبة ١ او كنسبة ٢ وغيرناه بعمود آخر من الزئبق او الزيت او الكحول او غير ذلك من السوائل فان حجم هذا العمود الثاني يتغير بالزيادة او النقص في هاتين الحالتين بكميات متناسبة تقريباً :: ١ : ٢

فيكني اذن أن نعرف التغيرات التي تحدثها الحرارة في سائل واحد في محل واحد اذ بذلك نعرف نسبة التغيرات التي تحدثها هذه الحرارة في السوائل الأخرى وهذا التوائى الحاصل في تغير حجم السوائل لا يكون الا في حدود معلومة بحيث لو تعداها اختلفت طبيعة هذه الاجسام

فلو بردت السوائل بزيادة بعض درجات لتجمدت وصارت صلبة فمن ثم اذا اشتدت البرودة صار الماء ثلجاً واذا كانت البرودة دون ذلك بكثير تجمد الزيت وانعقد فلذا ترى الزيت في فصل الشتاء يتجمد في المزية مع وجود حرارة المحل بخلاف الماء فإنه لا يتجمد في البلور الموجود بهذا المحل

واما روح النبيذ والزئبق فليسا كالزيت والماء الصافي لان تجمدهما عسر جداً فاذن لكل سائل درجة مخصوصة يتجمد فيها مادامت هذه الدرجة باقية على حالها والا خرج الجسم عن السائلة الى الصلبة

فاذا أبدلنا البرودة بالحرارة وزدناها شيئاً فشيئاً فان هذه السوائل تنهي الى حد معلوم تتفرق فيه اجزاؤها الصغيرة عن بعضها وتسهل بخاراً او غازاً وتصبح اجساماً سائلة كالهواء

وذلك انما يكون اذا سخن الماء حتى وصل الى درجة الغليان الذي هو كناية عن ازدياد حجم جزيئاته التي تسهل من حالة السائلة الى حالة الغازية

وبهذه الزيادة يشغل الماء الذي استعمل الى بخار او غاز مسافة اكبر من مسافته قبل الاستعمال بألف وسبع مائة مرة

وكذلك يمكن تحويل السوائل الاخر الى حالة البخارية او الغازية لكن بدرجة مخصوصة من الحرارة فيلزم في تصاعد الاثير والكحول حرارة أقل من الحرارة اللازمة لتصاعد الماء ويلزم في تصاعد الزيت حرارة اكثر من ذلك كله ومع هذا فيلزم في تصاعد السائل الواحد واستعماله الى بخار أن تكون درجة الحرارة واحدة

وحيث كان يحصل للسوائل في حالتى التجمد والتصاعد تغيرات متناسبة تقريباً وكانت درجة الحرارة التى تحدث التجمد او التصاعد فى سائل واحد لا تتغيراً يمكن أن نأخذ تفاوت الحرارة الحاصل بين تجمد اى سائل كان كالماء مثلاً وتصاعده ونقسم ذلك التفاوت الى اجزاء متساوية ونجعلها وحدة للحرارة

وهذا ما كان يفعله رومور فانه كان يقسم تغيرات الحرارة الى ثمانين درجة متساوية من ابتداء تجمد الماء الى تصاعده

واتما الآن فلرعاة النظام فى التقسيم قسموا هذه المسافة الى مائة درجة متساوية وهو ما يسمى بالتقسيم المئتين

وقد ترتب على هذه المعرفة السهلة التى هى أخذ الحرارة وحدة قياس تقدم عظيم للعلوم الطبيعية والفنون الصناعية فلو عرف الاقدمون طريقة قياس الحرارة لتركوا لنا معارف نفيسة فى شأن حرارة الكرة وعدة حوادث طبيعية ومثل ذلك مما يبحث الانسان على اختراع الطرق والوسائط التى يقىس بها مع الضغط كل قوة من القوى الطبيعية

ولترجع الى الكلام على توازن السوائل الحقيقية فنقول ان كتلة السائل التى تكون درجة حرارة جميع اجزائها واحدة يظهر منها فى سائر قطعاها أن وزنها واحد وحجمها واحد فتكون كثافتها واحدة من جميع جهاتها فاذا قابلنا عدة اجسام مختلفة وكانت متحدة الحجم كانت كثافتها متناسبة

مع اوزانها

فاذا أخذنا كيلو غراما من الماء بنحو ٥ درجات من الحرارة و كيلو غراما آخر بنحو ١٠ درجات و ثانيا بنحو ٢٠ و رابعا بنحو ٣٠ و خامسا بنحو ٤٠ وهكذا كان وزن الجميع واحدا غير أن حجم الأول يكون أقل من الثاني والثاني أقل من الثالث والثالث أقل من الرابع وهكذا

ولا جل مقابلة هذه الكثافات بقيس حجم كيلو غرام الماء في جميع هذه الاحوال المختلفة فان زلت الحرارة الى الدرجة التي يكون فيها هذا الحجم صغيرا جدا كان حجم الماء الذي يساوي دسيمترا مكعبا هو عين القياس المسمى ليترا والمراد من الماء هنا الماء المقطر الذي تصاغر حجمه بقدر الامكان ويسمى في اصطلاحهم بالماء المقابل

(ولا يوصل في تصغير حجم الماء الى درجة الصفر ودرجة حرارة الثلج الذائب بل الى ما فوق الصفر بثلاث درجات وكسور)

ومن المهم ايجاد وسائطها تكون مقابلة كثافة الماء المأخوذ وحدة للقياس بكثافة جميع الاجسام الاخر

وقد ذكرنا أن كثافة الجسمين المتحددين في الحجم تكونان مناسبتين لوزن هذين الجسمين ويطلق اسم الاوزان النوعية على الاوزان المتقابلة من هذين الجسمين المتحددين في الحجم

وثقل الماء الذي صغر حجمه يؤخذ وحدة قياس للاوزان النوعية

فاذا رمزنا للوزن النوعي من حجر او معدن من المعادن بعدد ٢ او ٣ او ٤ دل ذلك على أن وزن دسيمتر مكعب من هذا الجسم يساوي وزن دسيمتر مكعب من الماء المأخوذ وحدة للاوزان النوعية مرتين او ثلاثة او اربعة ويؤخذ من توازن الاجسام السابحة طريقة سهلة توصلنا الى معرفة الاوزان النوعية وهي أعظم فائدة من غيرها من الطرق التي تستعمل في ذلك

وحينئذ لا يمكن بدون استعمال توازن الاجسام السابحة أن نعرف الاثقال النوعية الا بالعمليتين الاتيتين احدهما أن نقيس مع غاية الضبط حجم ق

الذي هو حجم الجسم المطلوب معرفة ثقله النوعي نأيتهما أن تقيس وزن ح
الذي هو وزن هذا الجسم المعروف المقدار في حالة الفراغ وتقدر أن $ق = ش$
لترات وأن $ح = م$ كيلوغرامات فاذن $\frac{م}{ش}$ هو العدد الدال
على الوزن النوعي

ولكن اذا كان شكل الاجسام غير منتظم فانه يتعسر او يتعذر قياس حجمها
قياسا هندسيا فعلى ذلك لا يمكن أن نعرف حجم هذه الاجسام ولا وزنها النوعي
معرفة صحيحة

فاذا كان جسم ح (شكل ٥) منغمسا بتمامه في سائل ا ب ث
المصغر الحجم وبقى معلقا فيه لكون ثقله يساوي ثقل حجم الماء الحال هو محله
كانت نسبة زنة هذا الجسم الى حجمه كنسبة زنة الماء المعوض الى حجمه
وفي هذه الحالة يكون الوزن النوعي لهذا الجسم مساويا مع الضبط لثقل الماء
ويستدل على ذلك بعدد ١

واذا كان جسم ح (شكل ٦) الموضوع في وسط السائل بدون حركة
محتاجا الى أن يمسك بقوة ف لتلاييط الى قرار الماء كان حجمه أثقل من
الماء الحال هو محله فاذن يكون ثقله النوعي اكبر من ١
ومن السهل معرفة المقدار الكلي لهذا الثقل النوعي

وذلك بأن نعتبر مثلا بحرف ق لترات عن عدد لترات الماء المتقابل
المعوض بجسم ح أعني حجم هذا الجسم بحرف ق كيلوغرامات يصير
ثقل الماء المعوض

وليكن الآن حرف ف عبارة عن القوة التي يلزم استعمالها لمنع
جسم ح من الهبوط الى قرار السائل

وحيث ان هذا الجسم قد ذهب بواسطة اندفاع الماء جزء من ثقله مساو
لثقل الماء المعوض المساوي ق كيلوغرامات فاذن يكون ثقل هذا الجسم
ناقصا ف مساويا ف فعلى هذا يكون الوزن الكلي للجسم الموزون
في الفراغ (اي خارجا عن السائل) مساويا ق + ف كيلوغرامات

وبالجملة فالوزن النوعي لهذا الجسم يكون مساويا $\frac{ف + ق}{ق}$

فاذا اقتضى الحال أن ندفع جسم $ح$ من أعلى الى أسفل بقوة $ف$ لاجل منعه من الصعود الى سطح الماء بدلا عن جذبه بقوة $ف$ من أسفل الى أعلى لاجل منعه من السقوط الى القرار صارت زنة الجسم الحقيقية عبارة

عن $ق - ف$ كيلو غرامات وصار ثقله النوعي مساويا $\frac{ق - ف}{ق}$

ويستعمل لقياس قوة $ف$ آلة عظيمة تسمى بالميزان الادروستيكي (شكلي ٧) وهو ميزان ذو ذراعين متساويين عادة وكفتين احدهما معدة

لوضع الاثقال فيها

وفي أسفل كل واحدة من هاتين الكفتين خطاف صغير يعلق فيه طرف خيط رفيع وفي الطرف الآخر من هذا الخيط تعلق الاجسام المراد معرفة وزنها النوعي

وقبناهذا الميزان مستندان على مسندين منضمين الى قضيب آلة مربعة معدة لرفع الاثقال وهذا القضيب يهبط ويصعد على حسب تدوير ملقاف هذه الآلة يمينا او شمالا ويهبوطه وصعوده تثبط او تصعد تعلق الميزان وبهذه الطريقة يمكن سقوط جسم $ح$ في اناء ممتلئ بالماء المنصر حجمه بقدر الامكان ويمكن ايضا معرفة ثقل $ف$ الذي يلزم وضعه في احدى الكفتين لاجل معادلة جسم $ح$ المغموس في الماء

فاذا وضع ثقل $ف$ في الكفة المعلق فيها الجسم كان هذا الجسم أخف من الماء الحال هو محله واما اذا كان وضع الثقل المذكور في الكفة المقابلة كان الجسم أثقل من الماء

فاذا وزنا الآن جسم $ح$ في الفراغ اي قبل حلوله في السائل وقد رنا ان وزنه يبلغ $ق$ كيلو غرامات تحصل معنا ان الثقل النوعي من الجسم الموزون

$\frac{ق - ف}{ق}$ أو $\frac{ق - ف}{ق}$ على حسب كفة الميزان التي يوضع فيها

ثقل **ف** وحيث كان من المهم أن تعمل هذه العمليات مع غاية الضبط لزم عمل مدرج مثل **ح و خ** وعقرب مثل **ش** ليعرف بهما هل الميزان قبل كل وزنة وبعدها في حالة التوازن الطبيعي أم لا وبالجملة فلاجل التحقق من توازن هذه الآلة بتمامها ينبغي أن يكون الميزان محمولا على اطراف البريمات الثلاثة التي تستعمل في رفع الجهات المنخفضة رفعا بحيث يصير طرف الكرة المعلقة في الخيط على قطعة موضوعة في مركز القاعدة التي تساويها تلك البريمات تسوية صحيحة

ومن الاجسام ما يذوب بمجرد الوضع في الماء كالجواهر المالحه ومنها ما يمتص الماء سريعا فينتد تكون قوة **ق** اللازمة لتوازن هذه الاجسام في الماء زائدة بقدر زنة الماء الممتص وناتجة بقدر الجوهر المحلول الذائب في الماء المحتوى عليه فيلزم في مثل هذه الحالة أن توزن تلك الاجسام في سائل آخر يكون ثقله النوعي معروفا كالزيت والكحول والزينق ويكون مخالف للجوامد التي براد معرفة ثقليها النوعي

ولاجل قياس ثقل الاجسام الصغيرة النوعي نستعمل آلة عظيمة اخبر عنها نكولسون

وهي عبارة عن اسطوانة من الصفيح مرموز لها بحرف **ا** (شكل ٨) وكفة مرموز لها بحرف **ب** معلقة فوق تلك الاسطوانة بواسطة قضيب صغير وسطل مرموز له بحرف **ض** عروته معلقة تحت الاسطوانة المذكورة فاذا أردت أن تعرف بواسطة هذه الآلة الثقل النوعي لجسم **ث** فضع هذا الجسم أولا في كفة **ب** وأردف عليه ثقل **ف** حتى ينزل الجسم المنغمس بتمامه في الماء المقابل بحيث تكون علامة **ط** على سطح الماء

وقد عرفت قبل ذلك ما يلزم وضعه من وزن **ق** (غير الجسم) لاجل تنزيل هذه الآلة بحيث تكون علامة **ط** على سطح الماء فاذن ينتج معك

$ق = ح + ف و ح = ق - ف$ وحرف **ح** هو وزن جسم **ث**

ثم نضع جسم **ث** في سطل **ض** الصغير ونغمسه في الماء وتغلا الكفة الصغيرة بالصنج حتى تنزل الآلة على قدر الكفاية بحيث تكون علامة **ط** على مساواة السائل

وإذا رمزنا بحرف **ف** إلى مجموع هذه الاوزان الجديدة فيج معنا **ق - ف** تساوى ثقل جسم الماء المعوض بجسم **ث** فعلى ذلك

تكون $\frac{\text{ق} - \text{ف}}{\text{ق}} = \text{ثقل جسم ث النوع}$

فاذا أردنا الآن معرفة الوزن النوعي للسوائل أخذنا مكعبا من جسم معدني يكون ضلعه نحو دسمتر واحد وعلقناه في أسفل كفة الميزان الادروستاتيكي فلو غمسنا من مبدأ الامر هذا المكعب في الماء المقابل لزال من وزن الجسم نحو كيلوغرام واحد فيلزم اذن أن نضع على الكفة الحاملة للمكعب المعدني كيلوغراما ليكون الميزان الادروستاتيكي في حالة التوازن الذي فرضناه قبل الغمس في السائل

فاذا أخرجنا المكعب من الماء وغمسناه في سائل آخر كالزيت او روح العرق مثلا كان حجم كمية السائل المعوضة واحدا ووزنها مختلفا لان هذه الاجسام أخف من الماء فاذا فرضنا حينئذ أن **خ** هي الوزن الجديد الذي يلزم وضعه في الميزان كي يحصل بعد الانغماس التوازن الذي كان موجودا قبله نجت معنا هذه النسبة وهي نسبة وزن دسمتر واحد مكعب من الماء المقابل الى وزن دسمتر مكعب من السائل الجديد كنسبة كيلوغرام واحد الى **خ**

كيلوغرامات فاذن تكون **خ** هي الوزن النوعي لهذا السائل الجديد فاذا استعملنا عوضا عن المكعب المعدني الخال في الحقيقة محل لير واحد من الماء مكعبا لا يحمل الا محل لير او $\frac{1}{4}$ او $\frac{1}{10}$ من لير فان الوزن المفقود من المكعب في الماء المقابل على حسب هذه الاحوال يكون $\frac{1}{4}$ او $\frac{1}{10}$ او $\frac{1}{100}$ من كيلوغرام او يعبر عن ذلك بحرف **م** كيلوغرامات فاذا عبرنا عن الوزن

المفقود في السائل الجديد بحرف χ كيلوغرامات نتيح معنا χ
م

وهو الوزن النوعي المطلوب بمعنى انه يكفى في تحصيل الوزن النوعي للسائل
الجديد أن تقسم الوزن المفقود من السائل الجديد على الوزن المفقود من الماء
وهناك طريقة عظيمة تستعمل لاجل معرفة الاوزان النوعية لسائلين وهي
اتانسكب اولاً كمية من الزئبق مثل α ثب (شكل ٩) في انبوبة
منحنية ثم نصب في فرع α الاول وزناً مثل χ من السائل الاول
الذي نريد أن نعرف وزنه النوعي ثم وزناً آخر مثل χ من السائل الثاني
في فرع β حتى يستوى الزئبق في الفرعين

فاذن يكون الضغط الواقع من وزن χ على جزء α من الزئبق
مساوياً للضغط الواقع من وزن χ على جزء β من هذا الزئبق
فيقتد $\chi = \chi$ واذا استوت الانبوبة وصارت متوازنة كان حجم
السائلين اللذين يرتفع أحدهما من α الى β والآخر من β الى α
متناسعين مثل ارتفاع α الى β فعلى ذلك تكون النسبة بين
الثقلين النوعيين لهذين الجسمين كنسبة $\frac{\chi}{\alpha}$ و $\frac{\chi}{\beta}$ ومن ذلك

يعلم أن الثقلين النوعيين لهذين الجسمين كناية عن ارتفاعي α و β
وان كان ذلك على خلاف القياس

وقد عيب على هذه الطريقة وعلى استعمالها في العمليات من وجهين
أحدهما انه يتعسر على الانسان في مبدأ الامر وجود انبوبة يكون لفرعها
قطر واحد من جميع جهاتها ثانياً هما انه لا يمكن اتحاد جوانب تلك الانبوبة
كثيراً ولا قليلاً مع السوائل وذلك يقص نتيجة وزن السوائل النوعي

فالاحسن أن تستعمل الطريقة الكثيرة الاستعمال في الفنون وهي طريقة
الآلة المسماة بالارومتر (اي ميزان ضغط السوائل) وذلك بأن نفرض اولاً
كرة فارغة من زجاج مثل β (شكل ١٠) وكرة أخرى أصغر منها

مثل ضه إلى جرم منها رصاص اوزن بقى وتكون مثبتة تحت الكرة
الكبرى ونفرض ايضا فوق هذه الكرة اثبوتة مثل θ مدرجة بتقسيمات
متساوية فاذا فرضنا أن هذا الاريومتر يغمس في الماء المقابل الى نقطة h
فان انغماسه يكون أقل من ذلك لو غمس في السوائل الخفيفة عن الماء وهناك
علامات مخصوصة تبين الحد الذى يصل اليه الاريومتر حال انغماسه فى سائل
معلوم الوزن النوعى كالعرق او المحلولات الملحية فعلى ذلك اذا امتحنا سائلا
من السوائل فانا نجد وزنه النوعى اما أن يكون مساويا لوزنه المعتاد او أقل
منه أو أكثر ومثل ذلك من الامور المهمة فى عدة فنون

والآلة التى اخترعها فارنهي (شكل ١١) هى أنفع بكثير من الآلة
السابقة وهى تختلفها من حيث كون كرتها الكبيرة مستطيلة واثبوتها
تضيقا قصيرا رفيعا جذا وفوقه كفة صغيرة الا أن هذا الاريومتر يوزن مع غاية
الضبط ويرسم وزنه على الكفة لثلاثينى ثم يغمس فى الماء المقابل وبعد ذلك
تملاء الكفة باثقال صغيرة مثل h حتى يغمس الاريومتر المذكور فى الماء
الى علامة a تحقيقا ثم يخرج ويغمس فى السائل الذى نريد معرفة وزنه
النوعى ثم يوضع فى الكفة اثقال صغيرة أخرى مثل g حتى يصير علامة a
على مساواة السائل

فاذا فرضنا الآن الى وزن الاريومتر الموزون فى الفراغ (اي خارج السائل)
بحرف h نخرج معنا لوزن السائل المعوض وقت الانغماس الاول $h + g$
ولوزنه وقت الانغماس الثانى $h + g$ وزيادة على ذلك يكون حجما كتلتى
السائل المعوض متساويين فبناء على ذلك تكون نسبة $\frac{h+g}{h+g}$

هى نسبة الوزنين أعنى وزنى السائل النوعيين

ثم ان علماء الطبيعة يستعملون الاوزان النوعية فى تمييز الاجسام المتحددة
فى الصورة واللون المختلفة فى الطبيعة ويستعملها الجوهريجية ايضا ليعرفوا بها
الاجار الثمينة من غيرها وكذلك الكيماوية والاطباء اجتهدوا فى معرفة خاصة

هذه الاوزان حتى لا يدخل عليهم غش الدجالين الذين من عادتهم بيع الاجزاء
الكيمائية والادوية المغشوشة

ولامانع أن اذكر هنا مثالا شهيرا يستدل به على منفعة الآلات التي تستعمل
في قياس اوزان السوائل النوعية قياسا صحيحا مضبوطا فأقول ان العرق
له وزن نوعي يختلف كبيرا وصغرا باختلاف درجة ترصيصه (اي انعقاده
وتداخل اجزائه في بعضها) كثرة وقلة والفرنساوية هم أول من قام درجة
تركيز العرق بميزان السوائل وأول من احرز نصب السبق في غفر اختراع العرق
وجعله على الدرجة المضبوطة الملايعة لانواع الاحتياجات والاستهلاكات

وقد أراد الاسبانيول مزاجه الفرنساوية على غفر صناعة عمل العرق بسبب
نظافة ابذتهم الروحية بالتقطير ولكنهم لجهلهم بقياس درجة التركيز بميزان
السوائل اكتفوا بوضع قطعة من الزيت على العرق تنزل فيه من ارتفاع معلوم
فيقدر غوص هذه النقطة كثرة وقلة في عمق السائل تعرف قوة العرق كثرة
وقلة ايضا وكانت هذه الطريقة الخشنة توقعهم غالبا في الخطأ فكانوا
يعطون المشترين من الاجانب خيرا مختلف الدرجة فكان ذلك منشأ لدم
محصولاتهم وسوء شهرتها حتى اضطروا الى بيعها للفرنساوية بدون القيمة
فالاتهم العظيمة يكسبونها القوة المناسبة بالدرجة المضبوطة ويبيعونها
بأعلى ثمن كغيرها من الارواح المستخرجة عندهم فكانوا قبل الفتنه يكنسبون
في كل سنة من شمال اوربا من هذه التجارة بنحوها اربعة ملايين من
الفرنكات

واما الان فعرف الاسبانيول استعمال ميزان السوائل وحرموا الفرنساوية
من هذا الربح العظيم

وبذلك تعرف اهمية منفعة الآلات البسيطة المتحصلة من الميكانيكا بالنظر
لتجارة الاهالي وترفهم ولاشك أن منشأ تلك الفوائد انما هو العلوم
والمعارف

وحيث تكلمنا على ما يتعلق بضغط السوائل وتوازنها ناسب أن نكلم على

النتيجة التي تحصل من هذه السوائل حين اندفاعها من الاناء أو الحوض الذي يحويها مطلقين على المسلك الذي تخرج منه السوائل المذكورة اسم الثقب أو المنفذ سواء كان ذلك المسلك في عمق الاناء أو احد جوانبه فتقول لنفرض أولاً أن المنفذ في عمق الاناء وأن هذا العمق أنقى بجزء العمق الذي كان شاغلاً لمحل المنفذ كان سائلاً لضغط مساو لعمود الماء الذي صار هذا المنفذ قاعدة له وارتفاعه هو نهاية سطح السائل الاعلى وهذا العمود هو عبارة عن الثقل المضاعف لجزئيات الماء الموضوعة على نفس القاعدة وهذه هي طريقة معرفة السرعة التي تكون للسائل بالنسبة للضغط المذكور فإذا علقنا في هذا الثقب انبوبة منخنية ارتفاعها مساو ولو للسطح الاعلى من السائل فإن هذا السائل بمجرد الثقل يندفع في الأنبوبة بقوة تتجدد في كل لحظة بشدة واحدة وهذه هي القوة السريعة الدائمة فاذن يكون السائل مندفعاً من أسفل الى أعلى بنفس هذه القوة حتى يساوى ارتفاع السطح الاعلى من السائل وبذلك يحصل التوازن ويصير السائل ساكناً كما كان عليه فالسرعة التي يأخذها السائل من ابتداء صعوده من السطح الاسفل من الثقب الى السطح الاعلى منه هي عين السرعة التي يأخذها من هبوطه من السطح الاعلى الى السطح الاسفل حتى يصل الى السطح المذكور وحيث ان سرعة الجسم الساقط بنفسه مناسبة لجزر تربيع ارتفاع سقوطه فالسرعة التي يخرج بها الماء من المنفذ مناسبة لجزر تربيع ارتفاع عمود الماء الموجود فوق هذا المنفذ ويكون تأسيس نافورات الماء على حسب القاعدة التي توصلنا بها الى هذه النتيجة وذلك بأن تبرز انبوبة منخنية من حوض مرتفع فيصعد الماء المندفع منها عوداً حتى يصل الى ارتفاع هو في الحقيقة عين ارتفاع السطح الاعلى من السائل ما لم يكن هنالك هواء يقاومه ويعارضه ولتلاحظ ايضاً انك اذا رأيت نافورة ماء وجدت سرعة الماء قوية عند خروجه من الثقب ثم تنقص شيئاً فشيئاً كلما ارتفع السائل حتى تضعف بالكلية عند آخر درجة ارتفاع الماء التي منها ينزل الماء الى أسفل أخذاً في السرعة التدريجية التي كانت له

وقت الصعود

والمياه التي تغوص في الارض تميل الى الصعود منها بحيث تساوى سطح محلها الذي نزلت منه وهذا هو اصل المنابع والعيون ونحو ذلك
واذا سال الماء من اناه بواسطة ثقب فالكمية التي تسيل من الماء في زمن معلوم تكون مناسبة لسرعة السائل وسطح الثقب ومع ذلك فالمقاومة التي تحصل للسائل من جوانب الثقب تختلف كبيرا وصغرا باختلاف سطوحه فتكون مزدوجة بالنسبة الى ثقب ذي أربعة سطوح ومثلثة بالنسبة لذي تسعة وهكذا وكلما صغرت المنافذ كبرت المقاومة وبالعكس

وهناك سبب آخر تقتض به كمية الماء الخارج من الثقوب وهو ما يسمى في اصطلاحهم بانعقاد السائل وذلك أن عمود السائل العمودي على مستوى الثقب ليس هو الذي يميل بفردة الى الخروج من هذا الثقب بل كذلك جميع الجزيات السائلة المحيطة بهذا العمود فريامن الثقب اذا كانت مضغوطة الى جهة ذلك العمود فانها ايضا تميل الى الخروج من الثقب المذكور ويتولد من ذلك ضغط جاتي يميل الى ضم العمود اى السائل عند خروجه من الثقب وكلما دقت جوانب الثقب عظم الانعقاد ويتناقص بتعليق انبوبة في الثقب وتطويلها بالتدريج الى حد معلوم اذ يتجاوز هذا الحد تضعف سرعة السائل باحتكاكه في الجوانب الباطنية من الانبوبة بل ربما انعدمت السرعة بالكلية اذا كانت الانبوبة أهنية ومفرطة في الطول

فعلى ذلك اذا أردت أن توصل المياه الى محل بواسطة أنابيب طويلة جدا لزم أن تجعل لهذه الانابيب انحدارا كافيا بحيث يكون ثقل الماء دائما مبطلا للتأخر الذي ينشأ عن احتكاكه في جوانب الانبوبة

ثم ان الثقب ليس على صورة واحدة بل قد تكون الثقوب متعددة السطوح وفيها ثقب صورته مخالفة لصورة البقية فهذا الثقب يخرج منه في زمن معلوم كمية قليلة من الماء وكذلك اذا كانت على اشكال متعددة الاضلاع فما كان منها منتظما يخرج منه كمية كبيرة من الماء ومن الاشكال الكثيرة

الاضلاع المنتظمة ما كان من المنافذ على شكل الدائرة فهو من بينها يخرج من السائل كمية وافرة حتى ان الانابيب المستديرة تكون مقاومتها لحركة السائل الجاري في باطنها قليلة

ثم ان السرعة التي بها يسيل الماء من الثقب سواء كان بواسطة آتية اولاً
نمراً اذا كان الحوض المنصرف منه الماء على ارتفاع واحد دائماً واما اذا
تقص ارتفاع السائل في الحوض كما سبق فان سرعة السائل وكذلك
كمية الماء الجاري في زمن معلوم تقص مثل جزر تربع ارتفاع الماء فوق
الثقب فينتد اذا قص ارتفاع الماء في نسبة ١ الى ٤ قصت سرعة
الماء في نسبة ١ الى ٢ واذا قص ارتفاع عمود الماء في نسبة ١
الى ٩ قصت سرعة الماء الجاري في نسبة ١ الى ٣ وهكذا

وهناك عدة تجارب عرفناها في الاحوال الاصلية تناقص القوى الناشئة
عن اختلاف اشكال المنافذ سواء كانت بأنايب اولاً بالنسبة للمياه التي
يكون ارتفاعها واحداً سواء كانت جارية أو راكدة فمن أراد الوقوف
على ذلك فعليه برسالة بوسوت العظيمة التي تكلم فيها على الادرو ديناميك
(اى معرفة قوة حركة المياه) ومعرفة هذه التجارب لابتدئ منها في تنظيم
تجارى المياه وتوزيعها بطريقة جارية على مقتضى العلم بواسطة القنا
والأنايب الموصلة وبواسطة السواقي والخيلجان اللازمة لاحتياجات المدن
والبرارى والزراعة والصناعة

*** (الدرس الثامن) ***

(في الكلام على القوة المحركة المتحصلة من مياه فرانسا الطبيعية)
إذا عرفت مجموع القوى المحركة المتحصلة من مياه فرانسا الطبيعية بالنسبة
لداخلتها في الصناعة الأهلية رأيت لهذه القوى منفعة عظيمة بالنسبة
للمساكن

وسط فرانس هو عبارة عن اكراي
من الامتار المربعة وفي كل سنة تنزل على أرضها في المحال المتشابه كمية

من الامطار مناسبة لسطح الارض الاقنى فلو أمكن معرفة كمية المطر
التي تقع على كل متر مربع مع الضبط لكان مجموع هذه الكميات المائية
دالا على جملة مياه أمطار فرانس ولكن معرفة ذلك متوقعة على كثير
من التجارب فاذن يلزم الاقتصار في هذا المعنى على بعض المحفوظات
كأن تضع في محل فارانا مفتوحا من أعلاه وفي أسفله فتح متصل بمحوض
مسدود سدًا محكمًا بواسطة حنفية لمنع تصاعد الماء وتكون فتحة الاناء عبارة
عن سطح مضبوط القياس بحيث يساوى مترًا مربعًا فحينئذ يحصل من كمية
الماء التي تقيسها بالتوالي على حسب الامطار كمية مجموع المياه المطرية الواقعة
على كل متر من الامطار المسطحة

وقدر آى علماء الهيئة الذين تكلموا على أطوال مملكة فرانس انه يجب عليهم
بمقتضى المحفوظات العديدة التي أبداها علماء الطبيعة في هذا المعنى تقويم
كمية الماء التي تقع في كل سنة على المتر الواحد من أرضها بسبعة اعشار متر
مكعب فبناء على ذلك اذا أخذنا $\frac{7}{11}$ من الامطار
المربعة التي هي عبارة عن سطح هذه الارض تحصل معنا ٣٢٤٠٠٠٠٠٠٠٠
من الامطار المكعبة بالنسبة الى كمية المطر الذي يقع في السنة المتوسطة على
أرض فرانس

وجميع المياه التي تقع على الارض تنقسم أربعة أقسام الأول بقوص
في الارض ومنه تتكون المستنقعات التي تستمد منها منابع العيون والانهار
وهذا القسم أتم نفعًا للصناعة من غيره والثاني يسيل على الارض بلا واسطة
ومنه تتكون السيول والجارى وغيرهما ومنه ايضا يحصل الفرق والزيادات
الفيجائية وربما أمكن تقليل مضارره في بعض الاحوال بل ربما أمكن جعله
نافعا للصناعة في بعض أحوال أخرى

والثالث تستهلكه النباتات وتشتربه وأرباب الصناعة يبحثون عن زيادته
والرابع يتصاعد بخارًا وأرباب الصناعة يبحثون عن تقيصه
ويتعسر الوقوف على وجه صحيح لا تقسام المياه الى هذه الاقسام الاربعة

ومع ذلك فالذى أراه يقتضى حسابات حررتها أنه لا يمكن بالتسوية لفرانسا أن تقوم بأقل من الثلث كمية المياه المطرية التى لم تنسرب بها النباتات ولم تصاعد بخارا وتذهب الى البحر ولنقرض أن المياه المطرية التى تذهب فى البحر ليست الا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة وأن هذه المياه النازلة من المحال المرتفعة من الارض واما المحال التى تكون أرفع من ذلك بسبب ما فيها من الاجات فلامانع من اعتبارها كالمحال التى تكون مياهها المتصلة أكثر من هذا المقدار ومع ذلك فنقول ان كمية المياه المطرية تكون واحدة فى جميع المحال اذا كانت تلك المحال فى حوض واحد

ولاجل معرفة كمية القوة المحركة المتحصلة من ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة فنضرب كل متر من مكعب الماء فى ارتفاع المحل الذى يسيل منه الماء فى الجارى او الخلبان التى تنفع بها الصناعة

ولو أخذت مستوى فرانسا أخذا كاملا بواسطة منحنيات أفقية متقاربة من بعضها بقدر الكفاية لكنى ضرب سطح الارض الأفقى المنحصرين هذه المنحنيات المتنوعة فى الارتفاع المتوسط المنحصرين النقطة العليا والنقطة السفلى من كل خط من مقياس التسوية واذا قسمنا مجموع هذه الحواصل على السطح الكلى تحصل معنا ارتفاع الارض المتوسط وبضرب هذا الارتفاع فى جلة المياه المطرية تحصل كمية القوة المحركة المتحصلة من المياه مع عدم الالتفات الى المسافة الرأسية التى تقطعها كل نقطة من الماء قبل اجتماعها بالنقط الأخرى التى بانضمامها لبعضها تحدث الجارى والقنا النافعة للصناعة

وأعلى جبل فى فرانسا يرتفع فوق سطح البحر المحيط ٣٤١٠ امتار فاذن لو أخذنا لارتفاع الارض المتوسط نصف هذا الارتفاع لكان فى ذلك مجاوزة للحدود المناسبة بخلاف ما اذا بحثنا عن ارتفاع نقطة التقسيم العليا من خلبان فرانسا الماترة بين سلاسل الجبال فى داخل البلاد فالتباين ذلك قف على مقدار قريب من الحقيقة واما نقطة تقسيم خليج برغونيا التى هى أعلى من

جميع قط تقسيم خلبان فرانسافاتها على ٢٤٦٦,٣٢ فوق سطح البحر المحيط والظاهر أن الاوقف في ذلك أن نأخذ لارتفاع الارض المتوسط مقداراً قليلاً فإنه اولى من الكثير وذلك بأن نأخذ ١٠٠ متر قط أعنى أقل من ربع ٢٤٦٦,٣٢

و بمقتضى هذه القروض لو لم يستهلك جزء من هذه المياه بالتصاعد أو تشرب النباتات لاستدل على كميات القوى المحركة التي تحدثها هذه المياه بالنسبة للصناعة في فرانساً بمحصل ضرب ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠ في مائة وينتج من ذلك قوة كلية قدرها ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة واقعة من ارتفاع مترواحد واما اذا حسبنا قوة المياه النازلة في البحر قط فالتا فرض أن مقدار ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة النازلة من ارتفاع مترواحد هو عين قوة هذه المياه

واذا أردت الآن أن تعرف ماهي القوة البشرية التي تعادلها قوى الماء التي ينهاها فاعلم أن الانسان اذا كان قويا صحيح الجسم يرفع في اليوم الواحد من الماء ما يساوي ٥٠ متراً مكعباً الى ارتفاع مترواحد وهذه النتيجة مطابقة لتجارب المهندسين ككولمب التي صنتها في القوى البشرية فاذا فرضنا أن الانسان الذي لا يستريح الا في ايام البطالة المعتادة يشتغل ثلثاً من يومه وأنه لا يعرض في كل سنة الاستراحة أياماً أو سبعة وجدنا الشغل السنوي لهذا الرجل القوى المأخوذ وحده اقياس القوة البشرية يساوي ١٥٠٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر واحد واذا قسمنا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة على ١٥٠٠٠ وجدنا خارج القسمة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ فاذن أقل ما تساويه قوة مياه فرانساً المطرية هو قوة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون من السنة ثلثاً من يومه وبعبارة أخرى ان هؤلاء الرجال البالغ عددهم ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ المستعملين في رفع المياه يوصلون الى ارتفاع منبعها كمية قليلة من الماء الذي يفرض ان ارض

فرانسا تصبه في البحر

وانما ذكرت هذه الصورة لآيينها ما لفرانسا من الخيرات العظيمة في بحاري
مياها الطبيعية ولو نظرت مع ذلك الى قلة المياه المستعملة في الصناعة
الفرنساوية لتعجبت من هذا الامر واستغربته فقدرأينا في كتاب موسيو
القوتة شبتال الذي ألفه في خصوص الصناعة أن عدد طواحين فرانسا
٧٦٠٠٠ منها ١٠٠٠٠ هوائية و ٦٦٠٠٠ مائية وشغل
هذه الطواحين مما تسهل معرفته

وذلك أن وزن الحبوب المعدة للطحن على اختلاف أنواعها يبلغ عدده
في السنة الواحدة ستة مليارات من الكيلوغرامات ولا يخفى أن القوة
اللازمة لطحن ١٠٠٠ كيلوغرام تساوي الشغل اليومي لستة
وخمسين رجلا فتضرب ٦ ملايين في ٥٦ يحصل معك مقدار القوة
الكلية اللازمة لطحن حبوب فرانسا وهو ٣٣٦٠٠٠٠٠٠ من الاشغال
اليومية مقسومة على ايام الشغل التي قدرها ٣٠٠ يوم وذلك يستلزم
١١٢٠٠٠٠ من الشغالة فاذا فرضنا أن طواحين الهواء في مملكة فرانسا
تحدث شغل ١٢٠٠٠٠ رجلا لقط فان شغل ١٠٠٠٠٠٠ من الرجال وهو
الباقى يساوي شغل طواحين الماء تلك المملكة فاذن لا تكون القوة الادروليكية
المستعملة في طحن جميع الحبوب بفرانسا الا ٨٠٠ جزء من قوة المياه
الباردة الى البحر المستعملة في الصناعة

وما يستدل به على عدم استكمال طواحين الماء في بلاد فرانسا أن ما يستدعى
فيها من الاشغال قوة مليونين من الرجال لا يستدعى اذا كانت الآلة
الادروليكية بجيدة محكمة الا قوة مليون واحد ولكن اذا تضاعف شغل
الطواحين في هذه الصورة بحيث صارت تحدث من القوة ما يساوي قوة
مليون واحد من الرجال في أنواع فروع الصناعة فانها مع ذلك لا تستعمل
الا ٤٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول مياه المطر على ارض

فرانسا

وان سأل سائل عن قوة الآلات الادروليكية المستعملة في الاكوار المعدة
لتطريق الحديد والكوانين والمعامل على اختلاف أنواعها فقلت أن تقول
ان هذه القوة لاتساوى قوة الطواحين وحيثذا فلا مانع من أن تقول انه
لا يوجد في الصناعة الفرنسية بالنظر الى حالتها الراهنة من الماء المستهلك
في أشغال الفنون كمية تساوى ٢٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من
نزول المياه المطرية

واذا اقتصرنا على المياه المستعملة الآن ولم نأخذ شيأ من المياه الغير
المستعملة أمكن أن تقسم نتيجة المياه المستعملة ولو الى ثلاثة أقسام فقط
ونعطي منها للصناعة قوة محركة تعادل الشغل السنوى الذى يشتغله
مليون من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون في السنة ثمانمائة يوم
واذا نظرنا الى عظم القوة المحركة المكتسبة من المياه المطرية عند انصبابها
الى البحر من الاماكن العالية كما سبق رأينا انه يسوغ لنا بواسطة هذه
القوة أن نحدث عدة مصانع ومعامل على عدة أماكن من الارض
واتما استكمل هذه العمارات وما يتحصل عنها من الخير والثروة فهو متوقف
على حسن التدبير الذى تعرف به كيفية استخراج المانع من جريان المياه
واستعمالها استعمال القوة المحركة بواسطة الطارات الادروليكية او غيرها
من الآلات الميكانيكية

ومن الصواب أن يجتدد في جميع جهات فرنسا مدارس عملية لخصوص
هذا الغرض

واستحسن أن يكون ذلك في تولوزة اوفى بوردو لان هاتين المدينتين
يظهر لى انهما في موقع عظيم لاسيما وهما في مركز مصب المياه النازلة من الجبال
الشامخة كجبال البرنات وسويسنة وكاتال واورنيه فينبى فيها
مدرسة عملية يتعلم فيها التجارون والحذادون وغيرهم من صنائعية
المعادن الذين بلغوا درجة الاستاوات الماهرين في صناعة الطارات
الادروليكية والطواحين على اختلاف أنواعها ويتعلمون فيها ايضا مبادئ

الهندسة والميكانيكا المستعملة في القنون كما هو جار الآن
 في مدرستنا النورمانية (اى التى يتخرج فيها الخوجات) ويطبقون ذلك
 تطبيقا جيدا على قوة المياه ويجلب الى هذه المدرسة جميع الشغالة الماهرين
 المعدين لعمل طواحين جنوب فرانس واحدا بعد واحد ومما يستحسن ايضا
 بناء مثل هذه المدرسة في مدينة غرونوبل وبالنسبة وليون فانه ان
 بنيت هناك مدرسة كانت مركز الشغالة الاودية التى تكثر بها المياه الجارية
 النازلة من جبال ألبه العليا والسفلى ومن جبال مصب سويسة
 الشرق ومن جبال اوورنيه ومن مصب جبال ووزغ وبورا الجنوبي
 وكذلك يلزم بناء مدرسة من هذا القبيل في حوض لوار وكذلك
 مدرسة رابعة في الشمال وخامسة في سفح جبال ووزغ وبورا وهذه
 المدارس يمكن انشاؤها مع توفير كثير بل يمكن تجديد بعضها بالزيادة في مصانع
 الآلات الادروليكية المؤسفة في تلك المحال المذكورة ولتقتصر
 على ما أوردناه في هذا المعنى فانه لا يخلو عن الفائدة بل يصير فيما بعد منشأ
 لزيادة الإيرادات والمصولات لاصحاب الطواحين وغيرهم من أرباب
 الصناعة الفرنسية ويكون ايضا طريقا لازدياد القوى المحركة
 المستعملة في الصناعة .

وقبل أن تكلم على القوائد التى يمكن تحصيلها من حسن تركيب
 الآلات الادروليكية ينبغى أن تكلم على الوسائط التى بها يمكن توفير جملة المياه
 التى تستخرج منها القوة لعظمة فنقول انه لا يخطر بالبال تقيص كمية المياه
 المستعملة في سقى النباتات بل الاوفق والاضع زيادة هذه الكمية ويظهر
 أن ذلك ممكن الحصول مع غاية التوفير الذى به يعظم الانتفاع بالمياه بالقرب
 من منبعها ويكثر نقصان التصاعد ومما ينقص التصاعد ايضا الاشجار
 المغروسة على جانب مجارى المياه بحيث تمنع عنها الهواء والشمس وقد نبهت
 الحكومة الفرنسية على عدم غرس الاشجار على جوانب الطرق الكبيرة
 لانها عادة تولد فيها رطوبة تضر بالهبة ورخصت في غرسها على شواطئ

الانهار والترع لتقيها من ضرر المياه الجارية وتقلل تصاعدها ومثل هذا الاحتراس لا بد منه خصوصا بالنظر للمجاري والترع المعدة للسقي التي ماؤها المنقول هو عين الخير المراد تحصيله بل الاوفق تغطية تلك المجاري والترع واما المياه الجارية على سطح الارض بلا واسطة فيلزم أن يجعل لها عدة مسالك صغيرة ذات انحدارات لطيفة حتى لا تجلب معها كمية كبيرة من الرمل والتراب كما تفعله السيول وهذه المسالك تستعمل أولا في السقي كالمجاري الصغيرة ثم تجتمع مياهها في محل واحد بحيث يحدث عنها فيه نتائج ميكانيكية كثيرة القوائد

ويلزم أن يكون لكل جماعة من سكان البرية يجري من هذه المجاري لتستعملها في أشغالها الصغيرة الاهلية والزراعية وفي جبال تبول مجار مائية مثل المجاري المذكورة تستعمل أحيانا في تحريك مهود الاطفال وهزها فتكون نائية مناب الحاضنة وتارة في خض البن لاجل تزييده وتدوير اجار السن المعدة لسن الآلات وغير ذلك وليست فائدة هذه الطريقة مقصورة على انتفاع اهل الارياف منها بقوة محركة عظيمة بل يتعود بها ايضا رجالهم ونسأؤهم على الاستعانة بالقوى الطبيعية وتزديدها نباهة الشبان وقطائعهم وتجعل الحركات الميكانيكية من حظوظهم المعنادة ولا يتوقف تعلم الاطفال لهذه الحركات على تعليمات كبيرة بل يكفي في ذلك بعض قواعدنا منا أحد نشأ في بلاد الارياف الا وعمل في الخلاء ايام صغره طواحين صغيرة وجعل لها قضيبا من خشب هو كتابة عن محور العجلة وقطعتين من الخشب متقاطعتين تقاطع الصليب داخلتين في فتحتين مصنوعتين على شكل زاوية قائمة في وسط المحور ليستكون عن ذلك طارة ذات أربعة أجنحة وتعمل الاطفال ايضا على شاطئ البحر سفنا صغيرة ويعملون لها صواري ورواجع وشراعات ويتركونها تعوم على سطح المياه واذا نظروها تعوم بقوة الرياح داخلهم من الخط والفرح ما لا مزيد عليه وقد كان مثل هذه التجارب منشأ لاتساع قرائح عدة من مشاهير الصانعية

وتزايد هذه التجارب عند اولاد الارباف بما يرونه من الآلات البسيطة المتنوعة ولترجع الآن الى الكلام على الفائدة المراد تخصيصها من المياه فتقول

ان المنافع من حيث هي كثيرة كانت اقليلة تنفع في كثير من الاشغال من اول وهلة

فيلزم أن تكون المجارى مستطيلة بواسطة الانعطافات التي تؤخر سرعة جريان المياه كما تقدم وتنقص مضارها وذلك بأن تغرس الاشجار على جوانب مجارى المياه أيا ما كانت وبمقتضى طريقة تسليك المياه ينبغي أن يجنب بقدر الامكان هبوط الماء ثم صعوده في سقي البساتين والرياض

فإذا تعذر اصال الماء على الاستقامة بل كان لابد من صعوده الى أعلى لزم أن يكون ذلك بواسطة الآلة البسيطة العظيمة المعروفة بالجدى الادروليكي فانها بالماء القليل تولد منها على تداول الايام تسامح عظيمة كما سيأتى

واما الماء الغائر في باطن الارض غورا عميقا فيمكن اخراجه على سطح الارض في كثير من الاماكن بحفر الآبار التي شرع الآن في عملها في كثير من جهات فرانس المختلفة

واما المجارى البعيدة التي يراد عملها على جوانب الجبال والتلال فانها توصل بواسطة التخاذل لطيف مقدارا كافيا من الماء الى الارتفاع الذي يمكن فيه تشغيل الطواحين والمعامل على اختلاف أنواعها ومن مبدأ هذا الارتفاع الى البحر يلزم تقسيم مجارى المياه بجعلها تنصب انصبابات الى ارتفاعات بحيث يكون انصباب الماء منها كافيا في احداث القوى اللازمة للصناعة وذلك بأن نجعل الانحدارات لطيفة مهما أمكن فيما بين هذه الارتفاعات حتى تتناقص قوة الماء المنصب بقدر الحاجة ولا مانع انه بتوضيح هذه الطريقة ويسانها تعرفها امة بتمامها وتعمل بموجبها وما ذكرناه هو وسائط توفير المياه ولتتبع ذلك بالكلام على

سرعتها وتسائجها النافعة فتقول

ان سرعة المياه الجارية تتعلق اولاً بانحدار مجراها سواء كان هذا الانحدار كبيراً أو صغيراً وثانياً بسطح هذا المجرى وعمقه فاذا علمنا قطعاً عمودياً على اتجاه الماء وأخذنا صورة المجرى المنتهية بخط أفقي دال على سطح الماء نتج معنا ما يسمى بقطع الماء الجارى

وليست سرعة طبقات الماء المتدفق في هذا القطع واحدة بل مالاصق منها المجرى تقل سرعته بسبب احتكاكه مع هذا المجرى ولما كان للطبقة الاولى من الماء بعض التصاق بالطبقة التي تليها وهكذا كانت كل واحدة تنقص سرعة الطبقة التي بعدها فالاولى تنقص سرعة الثانية والثانية تنقص سرعة الثالثة وهكذا فان قال قائل اى طبقة من طبقات الماء تكون سرعتها اكبر من غيرها قلنا هي الطبقة التي يكون وضعها متوسطاً بين قاع السائل وسطحه واما الطبقات التي على السطح الاعلى فحركتها دون حركة الطبقات السفلى القريبة من القاع

وينشأ عما ذكرناه امر شهير وهو ان المراكب والاجسام السابجة لتابعة لسير الماء متى انغمس منها بعض عمقها أخذت في سيرها بسرعة متوسطة بين طبقات الماء الحاملة محلها وكانت حركتها أشد من حركة الطبقات التي على سطح السائل

وقد علمت عدة تجارب لتحديد النسبة بين السرعة الكبرى على السطح وسرعة التيار المتوسطة

والسرعة المتوسطة هي السرعة التي اذا ضربت في سطح المقطع دلت على كمية الماء الجارى من هذا المقطع في وقت معلوم وان اخلفت فروع هذا الماء في السرعة

وقد عرف المهندسون التسبب الحسائية الموجودة بين انحدار المياه الجارية وبين سطح المقطع ومحيطه وبين السرعة المتوسطة لهذه المياه وقد اشتغل مسيو بروني بهذا البحث واستخرج منه نتائج سهلة تكفي

في جميع ما يحتاجه الصناعة في سائر الاحوال
وترمز بحرف ر الى سطح المقطع المتقسم على طول المحيط من هذا المقطع
الدال على مجرى النهر وبحرف ك الى نسبة الارتفاع الى طول
السطح المنحني الدال على انحدار السائل الطولي وبحرف ق الى
سرعة الماء الجاري المتوسطة فيكون بين هذه الكميات النسب الآتية وهي

$$ر = ك = ق = ٠٠٠٠٠٢٤٢٦٥ + ٢ + ٠٠٠٠٢٦٥٥٤٣$$

فاذا عرفت بهذه المعادلة ر و ك تحصل معك في الحال ق
وكذلك اذا عرفت ك و ق عرفت ر واذا عرفت ر و ق
عرفت ك

وقد عمل مسيو بروني في هذا المعنى جداول كاملة بموجب حساباته
وحسابات مسيو أنطوان الموافقة لمباحثه الاولى وهذه الجداول تغني
من أراد معرفة مقدار المياه الجارية عن كثير من الحسابات فلذا لم نقول
في الاحالة الاعلى وهي موجودة في كتاب ألف (١٨٢٥ سنة) من الميلاد
وطبع في المطبعة المملوكية وسعى بمجموع الجداول الخمسة والغرض منه هو اولا
سهولة واختصار حسابات الصيغ المتعلقة بحركة المياه الجارية في الجمارى
المكشوفة والانابيب الموصلة وثانيا بيان نتائج ١٦٧ تجربة لترتيب
هذه الصيغ

وليكن الآن $\frac{1}{2}$ د هو نسبة مساحة المقطع الى طول المحيط و ج
هو ثقل الماء الموجود في الطرف الاسفل من الانبوبة التي يجري فيها الماء
ليعادل الضغط اللازم لسرعة الماء الجاري الرموز اليها بحرف ع فينتج
معناها هذه المعادلة وهي

$$\frac{1}{2} د ج = ع = ٠٠٠٠٠١٧٣٣١٤ + ٠٠٠٠٣٤٨٣٥٩٤٢$$

وهاتان الصيغتان المتشابهتان احدهما للجمارى المكشوفة والاخرى
للانابيب الموصلة ومن العجيب أن نتيجة هاتين الصيغتين واحدة
وقد استكشف مسيو بروني مع غاية التوضيح هذه النتيجة المناسبة للعملية

والكافية في جميع الاحوال وذكر أن السرعة المتوسطة هي تقريبا $\frac{1}{3}$ السرعة التي على السطح المأخوذ في اتجاه الماء السريع الجريان ومن النصيحة أن يقبل اهل الصناعة هذا التحديد في العبارات التي يأخذونها من بحاري المياه المستعملة عندهم لتأدية القوة المحركة

ولاجل تقويم جريان الماء المعد للصناعة مع الضبط الكافي يلزم أن تعرف أولا شكل الجرى معرفة صحيحة في اتجاه عمودى على التيار يكون وضعه معلوما وذلك بواسطة المجسات ثم تقيس سرعة التيار في محل السطح الذي يكون فيه جريان الماء اكثر سرعة من غيره

وقد جرت العادة في معرفة ذلك انهم يطرحون في الماء جسما عواما يتركونه يسبح مع التيار ثم يقيسون المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم ويقف اثنان كل واحد منهما في نهاية المسافة المعلومة التي قطعها ذلك الجسم ويوضع أمام كل واحد وتدان تكون اتجاهاتهما العمودية على الخط الذي يقطعه التيار متوازية وبعد التجهيز بهذه المثابة يترك الجسم العوام حتى يتجاوز يسيرا الراصد الاول وعند ما يجاذى هذا الجسم اتجاه الوتدين يضرب الراصد المذکور طنبجة او يشير بإشارة أخرى حتى يعلم الراصد الثاني فعند ذلك يحسب كل منهما في زمن واحد حركات الساعة الدقاقة او الثواني التي قطعها العقب مدة قطع هذا الجسم المسافة الموجودة بين الراصدين ويمجد ما يجاذى الجسم اتجاه وتدى الراصد الثاني يشير هذا الراصد ايضا بإشارة كالاول ويحسب كل منهما الزمن الذي قطع فيه الجسم المسافة الموجودة بين العلامتين وتكرر هذه العملية مرارا حتى تحصل النتيجة المتوسطة من مجموع النتائج

ويغمس الجسم المذکور بتمامه في الماء حتى يكون اضطرابه بالريح قليلا وقد يستعمل عوضا عن الاجسام العوامية في قياس سرعة التيار طارة صغيرة على جوانبها ١٦ أو ١٨ ريشة ويكون قطر محورها صغيرا ومحورها مصقولا مقلابا جيدا ويدور هذا المحور على الملفات بحيث يضعف تأثير الاحتكاك فاذا ضرب باعداد دورات الطارة المطروحة في التيار في المحيط الذي

يقطعه مركز ثقل الجزء النخس من الطارة في السائل تحصل معا بقطع النظر
عن المقاومة مقدار المسافة التي يقطعها الماء الجارى على السطح مدة
التجربة

ومقاومة الهواء وان كانت تمنع حركة الطارة وتنقص سرعتها الا أن سرعة
السائل الحقيقية تفوق بالضرورة السرعة المعلومة بالتجربة فيثبت لاضرر
في أن تقوم القوة التي يمكن التصرف فيها تقويما واهيا

وقد وصف مسيو بيتون في رسالات اكدمة العلوم التي طبعت ونشرت
(١٧٣٣ سنة) من الميلاد الانبوبة التي استعملها في قياس سرعة نهر السين
تحت القنطرة الملوكية فذكر انها انبوبة بسيطة من زجاج فاسها بمسطرة
مثلثة ونحسها نحسا عموديا في السائل ونحس فرعها الصغير نحسا أقيما وجعل
الماء يدخل فيها من هذا الفرع ثم يصعد من الفرع الكبير الى ارتفاع يكون
عظمه بقدر سرعة السائل

ونعرف حينئذ سرعة السائل على حسب هذا الارتفاع بواسطة مدرج
مرسوم على تلك الانبوبة او على لوح من خشب ملصوق عليها فاذا غمست
هذه الانبوبة في السائل حتى وصلت الى العمق المطلوب كبيرا كان أو صغيرا
عرفت سرعة السائل بموجب الاعماق الواقعة لوضع الفرع الصغير الافقى
من هذه الانبوبة وهذه الطريقة جهاز مخصوص بحيث يمنع اهتزاز موضع
الانبوبة وانتقاله عن محله الاصلى مدة التجربة

وقد ذكرنا في الدرس الخامس وصف الآلة التي اخترعها مسيو رنيه
السماة بالدينامومتر وهي آلة تستعمل في قياس قوة التيار الدافعة على
سطح معلوم وكيفية القياس بها اتيناخذ قطعة خشب منجورة على شكل
المكعب ونجعل لها من الثقل مقدار ثقل الماء بأن نجعل فيها عدة مسامير
ثم نعلق هذا المكعب بواسطة وتر مثبت في مشبك الدينامومتر ونغمسه
بعد ذلك في السائل فيحصل من هذا المكعب المذبذب بالسائل تاثير على الآلة
بأن يشد اليها كثيرا أو قليلا على حسب قوة التيار فما انتهى اليه

حركة الدينامومتر من الدرج المرسوم على المدرج يعرف به عدد الكيلوغرامات لقوة السائل على السطح الداخلي من المكعب وتتكلم على المجارى والقنوات فنقول اذا اراد احد الصناعية أن ينتفع من جريان الماء بأن يجعله مثلاً قوة محركة لزمه أن يوصل الماء الى المحل المقصود من قناة او مجرى طويلة كثيراً او قليلاً على حسب مطلوبه ومثل هذا العمل معدود من الاشغال النفيسة التي لا بد لمن شرع فيها من التفتن ودقة الملاحظة وعمل حسابات مضبوطة حتى لا يخطئ في العمل وبصرف مصاريف بدون فائدة بل بذلك تظهر له النتيجة النافعة التي يؤمل حصولها من هذا العمل

وقد ذكر مسيو متنون في جرنال مدرسة المعادن عدة تفاصيل نفيسة تتعلق بهذه الاشياء المتنوعة لمخصها أنه يلزم لمن اراد عظيم الانتفاع من جريان الماء أن يعمل اربع عمليات مختلفة * الاولى معرفة المجرى او النهر الذي يريد تحويله كله او بعضه ومعرفة مقدار الماء المعتاد النازل من هذا المجرى او النهر لاسيما في فصل الصيف ومعرفة البلد او المحال التي يمر منها هذا المجرى وكذلك المجارى الصغيرة التي يمر بها المجرى المذكور ومساقطها الاصلية وبعدها من المبدأ الى النهاية * الثانية معرفة مقدار الماء اللازم للآلات المراد عملها * الثالثة قياس الارض من محل تحويل الماء الى التيارات * الرابعة البحث بقدر الامكان عن ارتفاع كاف ينحدر منه الماء

وذلك لان معرفة انحدار المجرى من اهم الامور اذ كلما قل الانحدار طالت المدة التي يستغرقها الماء في قطع المسافة المفروضة وكان هناك فسخة من الزمن في تصفيته وفي تصعيده وتحويله الى بخار وكلما عظم اشتدت حركة الماء وبذلك يظهر على جميع ما يصادفه من الموانع فلذا تراه يحفر حافتي المجرى ريجعل في قاعه حفراً كبيرة او صغيرة على حسب طبيعة الارض من صلاحية وغيرها وفي هذه الحالة يلزم في أغلب الاحيان اصلاح المجرى وايقاف المياه وتعطيل نفعها حتى يتم الاصلاح

ويوجد بين الطرفين حد وسط كثير النفع يتعلق بطبيعة الاراضى التى يشقها
لمجرى وبالمياه التى تجرى مع بعضها بجملة واحدة وهذه المادة علما وعلا من
وظيفة المهندسين وأرباب الصنائع المنوطين دون غيرهم بمثل هذه الاشغال
ومقتضى ما ذكره مسيو مـنـون أن الماء يتقطع فى الدقيقة الواحدة
ثمانين مترا اذا كان عرض المجرى الباقي على حالة واحدة مترين وعمقه
خمس دسمترات واتحداره دسمترا واحدا على مائتين وخمسين مترا من الطول
بمعنى أن اتحداره مترا واحدا على ٢٥٠٠ من الطول

فالقوة الدافعة لمثل هذا المجرى تكفى فى تحصيل النتائج الآتية وهى (أولا)
ان هذه القوة توصل بواسطة عملة قطرها ١١ مترا اثنتى عشرة عربة
من عربات الطولبات التى يرتفع مكباس الواحدة منها وينزل بقدر
١٦ دسمترا فى كل مرة وقطر المكباس قدره ٣ دسمترات وفى هذه
الحالة تدور العملة الكبيرة ستة أدوار كاملة فى طرف دقيقة واحدة -
(ثانيا) ان نصف هذا الماء يكفى فى تدوير آلة ذات اثنتى عشرة يدا تدور بعملاتها
التي قطرها ٤٥ دسمترا ثمانية عشر دورا فى كل دقيقة (ثالثا) ان هذه
العملة تؤدى من الماء ما يشغل طولبتيرو ويحرك أربعة منافخ بل وأكثر

واتما المجرى الذى ليس له من الاتحدار الا ١٣ $\frac{1}{4}$ من السنتيمترات على
ألف متر من الطول فلا تكون سرعة حركة الماء فيه الا على الثلث من سرعة
ماء المجرى الذى اتحداره ٤٠ سنتيمترا على ألف متر اذا فرضنا أن عرض
المجربين ٦ أمتار غير أن حركة الماء لا تكون منتظمة فى الثانى كاتظامها فى
الاول لانها قد تقف من جهة جانبيه واذا نظرنا الى حالتى التصفية والتصعيد فان
ماء المجرى الذى اتحداره لطيف بحيث يكون مقداره ١٣ $\frac{1}{4}$ من السنتيمترات
على ١٠٠٠ متر من الطول ولو بلغ ارتفاعه عند المنبع ٧ دسمترات
على ٢٠٠٠٠ متر فيما عدا المنبع ينتهى بواسطة الخريرو والسيلان
الغير المحسوس الى الانعدام بالكلية

وبمقتضى ذلك يظهر أنه لا يمكن أن نجعل للمجارى التى ابعادها كما ذكرنا أقل

من ٤ دسيمترات من الانحدار على ١٠٠٠ متر من الطول ولا ينبغي أن نجعل لها أكثر من ٧ دسيمترات من الانحدار على كيلومتر واحد من الطول لان زيادة الانحدار يترتب عليها نقص الحافتين والعمق ولا ينبغي أن نكلم هنا على حفر المجارى وعملها لان ذلك أنسب باسغال القناطر والجسور دون الهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون واذا لم يكن للجبارى انحدار كاف فانه يمكن الاستغناء بها بواسطة زيادة سعتها اما برفع حوافها أو بتوسيعها واما اذا كان الانحدار قليلا فالأوفق أن تكون حركة الماء واحدة في جميع طول المجرى متى أمكن ذلك واذا كان في الانحدار ارتفاع في بعض المحال فانه يعارض جريان الماء ويجبره على الارتفاع والتراكم ووربما فاض على جوانب المجرى فاذا شغل الماء الراكد من الطول أكثر من ٨٠ مترا أو ما يأتى عليه من الماء فاذن ينبغي أن يكون للمجرى مقطع يكون في الكبر على قدر قوة الانحدار

وفي صورة ما اذا كان جريان الماء الذي يراد استعماله غير كاف بحيث لا يعطى للالات دائما الحركة اللازمة لها يلزم جمع هذا الماء في حياض تكون فيها المياه راكدة وهو ما يسمى بالمستنقعات

وهذه الطريقة كثيرة التكاليف لانها تستدعى ارضا متسعة خصبة واقعة موقعا عظيما كعماق الاودية مثلا فلذا تركوا في اوائل ظهور الآلات البخارية استعمال قوة الماء المحركة في كثير من المواطن اذا كان لا يمكن تحصيل هذه القوة الا من اجتماع المياه بالطريقة المتقدمة

وفي مثل هذه الحالة ينبغي لارباب الصنائع أولا أن يحسبوا من مبداء الامر اراد الارض التي يلزم جعلها مستنقعا ثانيا صايف الدم اللازمة لعمل مجارى التحويل والحواجز والجسور والسدود اللازمة للمستنقع وينبغي لهم ايضا أن يحسبوا اراد هذا المستنقع ونتيجته النافعة ليقابلوا بينها وبين النتيجة النافعة التي يمكن تحصيلها من قوة الحيوانات والآلات البخارية

وبذلك يعرفون قبل الشروع في العمل طريقة الوفرو ويستعملونها على الدوام

استعملها لا عظيم النفع

ويلزم أن يوضع في الجسر الذي هو عبارة عن حائط الخوض انبوبة واحدة أو عدة انابيب من خشب أو حديد ليصل بواسطتها الى الآلات ما يلزم لتحويل المياه ويكون تركيب هذه الانابيب من عدة قطع متعشقة ببعضها وتكون محتررة على بعضها مع غاية الدقة والضغط ويتم بستة شقوقها وتقوم بها بالمشاق ونحوه سدا محكما ويعتني ايضا كل الاعناء بالاحتراسات اللازمة بحيث لا يرشح الماء من اى جهة كانت لتلا يترتب على ذلك تلف الجسر ويوضع في نهاية المجرى الموصلة بين الخزوز سدا أو حاجز معتزل بحيث يرتفع فيمر السائل ومن أراد الوقوف على ذلك فعليه برسالة استخراج المعادن التي ألفها مسيو دليوس وترجمها مسيو اسكريه في الجزء الثاني

ويؤخذ من رسالة آلات مسيو هاشيت وصف الجدى الادروليكي على الوجه الآتى وهو ان ماء المنبع عند وصوله الى نقطة ١ شكل ١٢ (لوحة ٢) مع السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار يسيل بانبوبة التوصيل المرموز اليها بحرفى اب وهي المقسمة في نقطة ١ ومائلة على وجه بحيث لا يتقص مقدار انحدارها عن ٢٧ ميليمتر على ٢ متر من الطول ثم يخرج هذا الماء من منفذ ث الذي يمكن سده بالسداة عند الحاجة

وبضم مخزن الهواء المرموز اليه بحرف ف الى انبوبة التوصيل وهي ابد بواسطة رباط اسطوانى مثل - ارشد وفي وسط عمق مخزن ف المذكور يوجد منفذ مستدير محترر عليه مسند صغير اسطوانى في طرفه وهو ه سداة مرموز اليها بحرف ه وهناك سداة أخرى وهي ض معدة لحفظ هواء مخزن ف وحفظ مسافة م ه المحصورة بين رباط ارشد ومسند ه الصغير من السداة واما انبوبة الارتفاع التي هي غ ك ش فبدوها من نقطة غ في مخزن ف وانبوبة اب ث التي يتر منها ماء المنبع تعرف بجسم الجدى الادروليكي

وانبوبة غ ك ش التي يرتفع منها الماء الى فوق المنبع تعرف
بانبوبة الارتفاع والسداة الاولى من سدادتي د و ه اللتان يسدان
منفذي ث و ه تعرف بسداة السيلان او منع الجريان والثانية
تسمى سداة الارتفاع وهاتان السدادتان عبارة عن كرات مجوفة مثل د و ه
تتمسك بواسطة عماسك منها ولا يزيد سمكها على حجم الماء الحالة هي محله اكثر
من مرتين وطرف جسم الجدي الادروليكي الحامل للسدادتين ومخزن
ف يعرف عندهم باسم راس الجدي

(وفائدة مخزن الهواء المذكور هو استقرار الحركة في عمود الماء الصاعد وزيادة
نتائج الجدي الادروليكي ومع ذلك لا يبعد من الاجزاء الاصلية الضرورية
اذ كثير من الآلات الادروليكية التي من هذا القبيل لا توقف حركتها
على مخزن الهواء بل تستقر حركة الماء في هذا المجرى بدون احتياج الى المخزن
المذكور فمن ذلك الطلومبات الجاذبة الضاغطة التي اخترعها ميسو
سيسيل وميسو مارتين في مدينة مارلي وذلك لانها ترفع الماء من
نافورة واحدة مسفرة الى نحو ٥٧ مترا) ولتين لك النتائج العظيمة
المنحصلة من دوران هذه الآلة فقول ان الماء عند سيلانه من منفذ ث
يكتسب سرعة في حركته من ارتفاع الاتحاد فيجبر كره د على
أن تخرج من ممسكها وترتفع الى منفذ ث وهذا المنفذ ينتهي بحلقات
من جلد أو قش مدهون بالقمار ان تنطبق عليها الكرة انطباقا محكما
فعند ما ينتهي السيلان في هذا المنفذ رفع الماء كره ه السادة لمنفذ ه
من مخزن ف ودخل دفعة واحدة في هذا المخزن وفي انبوبة الارتفاع
التي هي غ ك ش فعند ذلك تزول عنه السرعة التي كانت معه
في وقت سده منفذ ث تسقط حيث تذكرنا د و ه بثقلها الخاص
احدهما على ممسكها والاخرى على منفذ ه ثم يأخذ ماء المنبع في السيلان
من منفذ ث فترجع سداة د الى السد ولا تزال ثانيا هذه النتائج
بعينها تتجدد مادام الجدي على حاله لم يتغير تغيرا بينا

وبمجرد ما ترفع سدادة د عن منفذ ث بسرعة يتسدى الجدى
 في الدوران وينتهي دورانه بمجرد رجوع هذه السدادة الى محلها الاول
 وينقسم زمن هذا الدوران الى أربع مدد الاولى يكسب فيها الماء عند سيلانه
 من منفذ ث جزءاً من السرعة الناشئة عن ارتفاع الاتحاد وفيه ايضا
 تغلق سدادة د والمدة الثانية وهي أقصر من الاولى بكثير يغلق فيها كل
 من سدادة المنع وسدادة الارتفاع وتضغط فيها الاجسام المرنة سواء كانت من
 المعادن او كانت هواء والمدة الثالثة تفتح فيها سدادة الارتفاع ويضغط
 هواء مخزن ف ويرفع الماء في انبوبة غ ك ش الصاعدة
 وتغلق سدادة الارتفاع وكذلك سدادة المنع لا تفتح والمدة الرابعة تتحرك فيها
 ثانياً الاجسام المرنة التي انضغطت في المدة الثانية وتبقى سدادة الارتفاع
 مغلقة وتسقط سدادة المنع على مسكها بعد رفعها عن السيلان وهو ث
 وما يحصل من النتائج في هذه المدد الثلاثة الاخيرة يتعاقب ويتوالى مع
 السرعة ولو جعلنا للجدي ابعاداً مناسبة عرفنا مع سير الالتفات مقدار كل
 مدة من هذه المدد فالمدة الاولى ترتب بالتجربة بمعنى انه كلما زادت مسافة
 سدادة المنع المعبّر عنها بحرف د على منفذ ث وازداد ثقل هذه
 السدادة كلما اكتسب هذا الماء النازل من منفذ ث سرعة كبيرة بحيث
 يرفع سدادة د ويطبّقها على منفذ ث واما من خصوص كل وضع
 من اوضاع السدادة على قاعدة مسكها فمما يقتضيه ارتفاع الماء المرتفع في زمن معلوم
 مأخوذ وحده للقياس بانبوبة ج ك ش الصاعدة واذا تغيرت
 مسافة سدادة د على منفذ ث يمكن لما جسم الجدي الادروليكي
 ان يحصل سرعة تعادل النتيجة الكبرى لهذه الالة

المدة الثانية قدراً يتأخذ وصف الجدي الادروليكي ان مسافة م تكون
 ممثلة بالهواء وهذا الهواء كناية عن الجسم المرن الذي يضغط في هذه المدة
 وحيث كانت جميع الاجزاء التي تركبت منها هذه الالة معدنية لم ان يكون
 فيها كذلك بعض مرونة ولكن ايما كانت هذه المرونة لا بد وان تفرضها

منظمة ومقعدة مع قوة هواء م د المرن ولا تعتبر نتائج هذه المرونة الا في
المدة الرابعة

المدة الثالثة قد تكون القوة الحاصلة في المدة الاولى بعد ضغطها هواء م د
مستعملة في ادخال الماء من منفذ ه في مخزن هواء ف وفي ابوبة
الارتفاع التي هي ج ك ش فبمجرد ما تؤثر هذه القوة فسادا ه
تنزل بثقلها الخاص من م م كها على منفذ ه وسدادة المنع التي
هي د تخلق ثانيا منفذ ث

المدة الرابعة اذا انغلق كل من السدادتين فالهواء المنضغط في م د يتحرك
ثانيا ولو كانت مدة هذا الفعل الثاني قصيرة الا ان تأثير النتائج التي يحدثها
يكون عظيما بحيث يؤثر في حركة الآلة وهذا الفعل الثاني يجبر الماء على كونه
يرجع من رأس الجدي الى منبعه وبذلك يتكون فراغ في آخر جسم الجدي
فاذن يضغط الجو سدادة المنع التي هي د ويفتح منفذ سيلان ث
وماء المنبع المنحصر في جسم جدي ا ب ث ياخذ عند سيلانه من هذه
القصة سرعته الاصلية ويسقط الماء على الارتفاع في ابوبة الصعود التي
هي ج ك ش بواسطة مرونة الهواء المنضغط في مخزن ف
المؤثر في ماء هذا المخزن ويجبره على الصعود الى اعلى

وقد تصل حركة عامود الماء الصاعد هواء مخزن ف فاذا لم يدخل في هذا
المخزن هواء جديد في كل دورة من دورات الجدي لابتدأ وأن يخلو سريعا هذا
المخزن من الهواء ويجري ض الصغير المغلوق بصمام يستعمل مسلكا
للواء وهذا الصمام يفتح من ظاهر جسم الجدي الى باطنه والخلو الذي يحصل
في المدة الرابعة يفتح السدادة فيدخل مقدار من الهواء الجوي في اسطوانة
ا ب ث د الصغيرة الموضوعة تحت مخزن ف ومنه يتشرف به
ويبقى جزء من هذا الهواء في مسافة م د ويتكون عنه الجسم المرن المسمى
بالبساط الهواء وهذا الهواء المنضغط يطرد ثانيا الماء المنحصر في جسم الجدي
جهة المنبع وقد رأينا ان هذا الطرد انما يحصل في المدة الرابعة من الدوران

الكامل ولنفرض ان انبوية اب شكل ١٢ متقاسة بالذراع وان شكلها ايضا هي شكل انبوية متخنية فعند ما نجعل في هذه الانبوية تيارا مناسباً لارتفاع الماء الذي هو في مخزن (١) اكبر منه في مخزن ل فان هذا التيار يحرك الجدي كما اذا كان في انبوية مستقيمة ولاجل امتلاء هذه الانبوية المتخنية يلزم ان توجد حنفية موضوعة جهة ا ومدادة موضوعة جهة ك يفلان طرفي الانبوية وهذه الانبوية تملأ بالماء من قنينة موضوعة في قنينة تغلق هذه القنينة بعد ذلك غلقاً محكمًا فاذا افتحنا الحنفية ثانياً من نقطة ا فالتيار يدخل في الانبوية المتخنية ثانياً ويتحرك الجدي من نفسه

ويمكن استعمال الجدي الادروليكي كذلك في رفع المياه من الآبار والحياض مطلقاً غير انه ينبغي معرفة تأثير الطولبات معرفة جيدة لاجل استعمال التطبيق المسمى باستعمال الجدي الادروليكي الجاذب

* (الدرس التاسع في الكلام على الطارات الادروليكية) *

ولتسكلم على الطارات الادروليكية فنقول اعظم الطرق التي تستعمل في توصيل قوة الماء المحركة الى الآلات هي طريقة الطارات الادروليكية ويوجد من هذه الطارات نوعان اصليان احدهما يسمى بالطارات الرأسية ويكون محورها اقبياء والاخر يسمى بالطارات الاقبية ويكون محورها عامودياً

وراجية النوع الاول على الثاني كون طاراته لا تحتاج في شغلها لمسافة كبيرة وكونها سهلة الملاحظة والتصلح

وينبغي ان نعلم من جملة الطارات الاقبية القديمة او المستحدثة الطارة ذات القوة البعيدة عن المركز التي يحصل منها عملية ثانية وكذلك الآلة المسماة بالدايد وكذا الطارات الاقبية ذات الطاقات المتخنية ولهذه الطارات الاخيرة فائدة مخصوصة وهي انها تحدث مع سرعة كبيرة على مستواقي حركة دوران عظيمة كالحركة التي ينبغي عملها في طعن الجيوب الا أن هذه الطارات كثيرة

التكاليف والمصاريف حيث ان عدة منها تستدعي وضعا اقصيا. فمعنا ان هذا كان استعمالها قليلا جذا بالنسبة لاستعمال الطارات الرأسية المستعملة الآن دون غيرها

ومن الطارات الرأسية ما يكون ذات طاقات أو أجنحة أو ألواح يؤثر فيها الماء بالتلاطم من تحت الطائرة وذلك مثل طارات الطواحين الموضوعة على مراكب في شاطئ الأنهر ومنها ما تكون ذات قواديس مثل ١١١ شكل ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ٣ وهذه الطارات يدخل فيها الماء المنحرف ويسيل من أعلاها ومنها ما يسمى بالطارات ذات الجانب مثل شكل ١ و ٢ و ٣ لوحة ٤ وبالجمله قد يوجد منها طارات ذات قواديس يدخل فيها الماء من جهة واحدة من أسفل المركز وفي الطارات ذات الجانب انما تحصل قوة السائل بواسطة الضغط وهذا اوفق من التصادم الذي يكون في الطارات ذات الطاقات التي يدخل فيها الماء من أسفل وتلك الطارات مزينة عظيمة حيث انه يكفي في تدويرها قليل من الماء

وتنسب العملية العظيمة المستعملة في بيان حركة الطارات الادروليكية الى المعلم الشهير والمهندس الفريد بوردا

وقد اثبت كل من اسمياتون وبوسويت احدهما في انكثرتة والاخر في فرانس بتجاريهما النتائج المستكشفة بالحساب

فقال بوسويت لا يلزم ان يكون للطارات التحنية عدد كبير من الاجنحة على قدر الكفاية بشرط ان لا تكون الآلة ثقيلة جدا فيجعلون في العادة للطارات الكبيرة من ٢٦ الى ٤٠ طاقة في الطارات التي يكون قطرها سبعة امتار ويكون تحركها بسائل جاري وان لا يتجاوز القوس المنغمس في الماء من ٢٥ درجة الى ٣٠ وقال ايضا ان هذه الطارات اذا زاد عدد طاقاتها تحدث نتيجة عظيمة وان الطارات التي تنغمس في الأنهر يكون عدد اجنحتها عادة قليلا لاجل ان لا يغطي بعضها بعضا بحيث ان كلا منها يمكنه ملاطمة الماء ويجعلون عادة في الصناعة للطارات المستعملة في الطواحين

الموضوعة على سطح الانهر من ٨ اجنحة الى ١٠ بل وبعض الاوقات
أقل من ذلك ونص على ان هذا العدد قليل جدا في هذه الطارات والافوق
ان يجعل فيما من ١٢ الى ١٨

ثانيا لكي تحدث الالة نتيجة عظيمة يلزم ان تكون سرعة الطائرة مناسبة مع
سرعة التيار كنسبة ٢ الى ٥ وذلك في شأن الطارات الموضوعة على
الانهر وكذا الطارات الموضوعة في مجرى ضيق

ثالثا الافوق في الطارات الموضوعة على خطبان قليلة الانحدار ويسيل فيها الماء
بسهولة بعد التلاطم ان توجه الاجنحة نحو المركز

واما اذا كان انحدار المجارى كبيرا بعكس ما تقدم فالافوق ان تكون الاجنحة
ماثلة بمقدار مناسب لنصف القطر بحيث ان الماء يطرها طرعا موديا
وترداد قوتها (من ثقل الماء) ومع ذلك يلزم ان يكون هذا الانحدار محدودا
لما يجاوز الحد يفقد كثير من القوة بقصان تلامس الماء اكثر مما يكتسب
من ثقل الماء المار على تلك الاجنحة الضاغطة لها

واستدل باريسو بعدة تجارب تدل على ارجحية الطاقات المنحنية على
الطارات ذات الاجنحة المجهدة اتجاهها مستقيمة في انصاف اقطارها فاذا لم تكن
الطارات ذات الطاقات معرضة الى سائل مطلق كان جزؤها الاسفل داخلا
في مياه مستقيمة الروايا يسمونها بالمجرى وجميع المجارى الغير المتقنة الصناعة
لها مسافات بين جدران الطائرة وطاقاتها فيتسبب عن ذلك خسارة عظيمة
من الماء ولكن يمكن تدارك هذا الخلل في الطارات ذات الجانب لوحه ٤
شكل ٢ و ٣ بان نجعل لعمق المجرى شكلا مستديرا تابع للمحيط الذي

تقطعه جوانب الطاقات الظاهرة عند دوران الطائرة

ويبقى تقصيص قوة الماء يسيرا وباء على ذلك يلزم تقصير المجرى على قدر
الامكان فبذلك يرى ان الحاجز المماس للطائرة في الطارات الكاملة لوحه ٤
لا يمنع من كونه يستمر في شغله حال خروجه من الحوض الذي يكون فيه
وهي الطريقة التي تحسب بها قوة الماء على الطارات الادروليكية وهي

ان فرض أن ثقل حرف **ح** هو المعلق في طرف الوتر الموقوف على عامود الطارة وحرف **ر** هو نصف قطر هذه الطارة و **ع** هو الزمن الذي تحصل فيه نتيجة هذه الطارة وحرف **ف** هو قوة الماء الموضوعة على مركز ضغط او دفع الطاقات او القوادر وحرف **ر** هو مسافة بين مركز الطارة ومركز العمل فينبغي ان يتبع معنا على حسب قواعد حركة الطارات الدائرة المذكورة في المجلد الثاني من هذا الكتاب في الدرس العاشر وحرف **ع** ر = **ف** ر بقطع النظر عن احتكاك الدوران الطارة

وعلى مقتضى تأثير الماء يحدث معنا أشياء كثيرة يجب علينا حسابها مثلا في الطارات ذات الطاقات التحسية التي يلاطم فيها الماء الألواح فيقتد هذا الماء جراً من سرعته فلو كانت قوة المقاومة استعملت في عملها لا تبيح لنا قوة **ف** الواصلة الى الطارة

ويظهر ان الطارة ذات الطاقات التحسية تحدث نتيجة عظيمة متى كانت سرعتها مساوية لنصف سرعة التيار المطلق

وهذه الطريقة في استعمال قوة الماء ليست اعظم الطرق فان الطارة الادورليكية تكون كاملة اذا كانت قوة الماء ترفع تحلا مساويا لتلك الطارة الى الارتفاع الذي ينزل منه هذا الماء لكي يؤثر في الطارة فاذن يلزم ان الماء المحرك ينفذ قوة كلها بحيث لا يبقى له عند انتهائه الا سرعة تساوي صفراً واما الطارات التحسية فينبغي ان تكون سرعة طاقاتها بطيئة جداً فينبغي ان تكون هذه الطارات ناقصة احد الشروط اللازمة لاجداث اعظم نتيجة فاذن لا ينبغي استعمالها الا في الحال التي يكون فيها لهما قوة محركة اكثر مما يلزم

وفي الطارات ذات الجانب والطارات القوقية يمكن استعمال الماء بالتلاطم او الضغط واولى هاتين الطريقتين اقل فائدة من الثانية لما انها تضع جراً من الماء بتأثير الانضغاط

فبناء على ذلك يلزم ان تقتصر على ضغط الماء التازل بنفسه على الطارات القوقية او الجانبية فاذن يكون الماء في شكل **ا** و **ب** لوحه **ب** ملاطما

لقواديس وفي شكل ٢ و ٤ ينزل الماء عموديا وفي شكل ٤ يكون التلاطم قليلا جدا وربما كان مقصودا بالكلية ومتى فتح حاجز ق لا يخرج الا الجزء الاعلى من ماء الحوض وفي شكل ٢ و ٣ و ٤ يرى ان بعض القواديس يبقى فيها الماء مدة طويلة اكثر مما في شكل (١) وبهذا الغرض يكون لها فائدة اخرى وفي شكل ٣ لوحة ٣ تكون القواديس مصنوعة من ورق رقائق رقيقة من القصاص على صورة مستحسنة كما في شكل ٣ لوحة ٤

وفي شكل ٢ لوحة ٣ تترامى الماء المراكمة فوق الحاجز وتستقر على الذهاب في الجرى من ٥ الى ف وفي شكل (٤) الذي احده المعلم بركان توجد حنفية تفرغ دد التي تفتح متى زاد الماء في الحوض وفي نقطة ٥ يوجد سد آخر وفي مصرف ويمنع على قدر الاحتياج

وفي الدرس السابع من هذا المجلد تكلمنا على تركيب الآلات والطارات الادروليكية بالخصوص ولكن بقي علينا عدة اشياء ينبغي لنا ان نتوصلها كي نصل بذلك الى درجة الانكسار في هذا الفن فانهم اتفقوا وابدعوا فيه حتى صار لهم مقدرة على صناعة طارات ادروليكية ذات ابعاد عظيمة من الحديد متينة الصناعة بمقتضى الضبط الهندسي الذي هو اعظم مبادئ الجراح ولترجع لما نحن فيه من مقابلة قوة الماء المتحركة وما تحدث من النتيجة فنقول ان النتيجة النافعة ليست الا ثلث القوة المتحركة في الطارات المعتادة ذات الطاقات التحسبة وتكون قدر الثلثين في الطارات ذات القواديس

وقد جرب مسيو امبايوتون عدة تجارب في نتائج الطارات الادروليكية فسمى الارتفاع الذي ينزل منه الماء عاموديا مع السهولة لكي تكتسب السرعة التي بها يطرق جناح الطائرة بالنقل التقديرى الممكن وبذلك وصل الى النتائج الاتية

اولا متى كان النقل التقديرى اى الحقيقى واحدا فالنتيجة تكون تقريبا مثل كمية الماء المنصرفة

ثانيا إذا كان انصراف الماء واحدا كانت النتيجة مناسبة لارتفاع الثقل الحقيقي المذكور

ثالثا إذا كانت كمية الماء المنصرفة واحدة وكانت النتيجة مثل تربيع السرعة

رابعا إذا كانت قفحة الماخز واحدة كانت النتيجة مثل تكعيب سرعة الماء وفي الطارات الادروليكية الكبيرة على مقتضى ما قاله اسمايتون تكون النسبة المتوسطة بين القوة والنتيجة كنسبة ٢ الى (١) والنسبة المتوسطة بين سرعتي الماء والطاراة كنسبة ٥ الى ٢

واما الطارات ذات القواديس فانها متى كانت مرتفعة بالنسبة الى سقوط الماء كانت تيجتها عظيمة وينبغي أن تكون سرعة هذه الطارات قدر متر واحد في كل ثانية تقريبا لكي تحدث اعظم نتيجة

ولتستعمل الآن على بعض غنبيهات عمومية بطريقة موجزة تتعلق بالاستكالات التي ادخلها موسيو بونسولي من مندمدة قليلة في تركيب الطارات ذات الجانب حيث ان هذه الاستكالات تكسب نتيجة تلك الطارات زيادة عظيمة

ثم ان الطارات العلوية لا تستعمل الا في المياه الساقطة التي يتجاوز انحدارها مترين من الارتفاع ويكون فيها كمية كبيرة من الماء

واما التوايت البسيطة فانها تستعمل مطلقة من غير تقييد في ارتفاع المياه وتكسب سرعة عظيمة اذا بعدت قليلا عن النتيجة المحصلة منها

ومتى زادت سرعة الطارات على مترين في كل ثانية فان هذه الطارات تحدث جناحا وتساعد على انتظام الحركة ولومع وجود الرجات والبروزات وتغيرات السرعة القهبائية التي تحصل لاجراء الآلة وتحدث ايضا مع بعض تعشق سرعة عظيمة تصل لكثير من العمليات الصناعية ولومع وجود القوة المنعدمة

ومن النادر كون الطارات ذات القواديس تحدث سرعة اقل من متر واحد في كل ثانية

فان سرعتها عادية تجاوز مترين في كل ثانية وليس ذلك عيبا فيها حيث ان سقوط الماء المستعمل في مثل هذه الحالة يكون بالاقل ثلاثة امتار

وقد تدل السرعة التي يستعملها الماء حال خروجه من المجرى وكذلك التي يأخذها الماء في هذه المجرى بالنظر للطارات ذات الجانب على أن الطارة يسكون لها دائما في مثل هذه الآلة متران من السرعة في كل ثانية وهذه السرعة تضيق راجحة الطارة ذات الجانب على الطارة ذات الطاقات المعتادة متى كان سقوط الماء اقل من مترين فعلى موجب هذه المقارنة نرى انه يمكن استعمال التوايت المتحركة من اسفل مع انها غير مطلقة الاستعمال في جميع الاماكن في البلاد ذات السهل التي تكون فيها الانحدارات قليلة والمياه كثيرة ففي الحقيقة نرى أن استعمال الانحدارات تفوق على مترين في البلاد السهلة من الاشياء الصعبة الكثيرة المصاريف والتكاليف

فعلى ذلك توجد احوال كثيرة تكون فيها منقعة الطارات السفلية وراجحتها على غيرها واضحة

وهذه الطارات تقذف ثلث كمية الحركة التي تتلقاها بل واكثر من ذلك بخلاف ما اذا كانت الانحدارات الموضوعة فيها صغيرة جدا وفي الغالب اذا كان وضع المجارى والحوابر زديا فانها لا تقذف سوى ربع او خمس هذه الحركة

وقد عمل العلماء الماهرون والمهندسون المشهورون عدة تجارب كثيرة النفع والفائدة لاجل اصلاح استعمال التوايت وقالوا انه ينبغي أن يكون عدد طاقات تلك الطارات في المواضع الجيدة (اقولا ٢٤ طاقة بالاقل) (ثانيا) انها تكون مائلة مع نصف قطرها من ٤٥ درجة الى ثلاثين (ثالثا) ان انغماس هذه الطاقات في الماء لا يزيد على ثلث ارتفاعها

(رابعا) ينبغي وضع حافة من ٨ سنتيمترات الى ١٠ على الاطراف العامودية لطاقات تلك الطارات

وقد شرعوا في عدة طرق متنوعة لاجل ازدياد نتيجة الطارات بوضع المجارى واعتابها موضعا جيدا وشرع موسيو موروزي ايضا في عمل طرق

لتنقيص طول المجرى الذي يترتب عليه تنقيص السرعة التي تحصل للماء حال
مروره عليها وهذه من اعظم الاوضاع الكثيرة النفع والقوائد
فحينئذ اذا املنا الحاجر لكي نجعل شكل جدران القنات مثل شكل السائل
ينبغي أن نجعل ابعاد هذا السائل بطريقة بحيث تكون سرعة الماء واحدة
عند دخوله في الموض ومصادمته للطارة فاذن نرى أن كمية الحركة المتجهة
نحو الطارة ذات المقلب عوضا عن كونها تكون ربع او خمس القوة المقذوفة
تكون ثلاثة من عشرة من تلك القوة

وعلى موجب التجارب التي فعلها موسيو كرميان يتحصل من الحافات
الجانبيه التي شرع فيها موسيو موروزي من عشر الى عشرين بالنسبة
الى التوايت المعتادة اذ افرضنا أن هذه العلب ثابتة لا تتحرك ومنحصرة
في تلك المجرى وتنقص هذه الفائدة متى كانت الطارات بحكمة الصناعة
وقليلة الحركة فيها

فاذا فرضنا انه يتحصل معنا ثلاثة اعشار القوة الدافعة وعشر ربع بواسطة
الحافات فحينئذ تكون النتيجة ٣٦ ر ٠ من القوة الدافعة التي هي كفاية عن
نتيجة التوايت ذات الحوافي

ولا ينبغي أن قوة الماء الدافعة عند خروجه من الحاجر تكون في حد ذاتها اقل
من القوة المحصلة بالعمليه النظرية اعني انها اقل من القوة المحصلة من ارتفاع
كل جزء من الجزئيات المارة من الحاجر فاذن نرى انه لا يتحصل من التوايت
المتقنة الصناعة اكثر من ٣٢ او ٣٣ جزءا من مائه من قوة الماء مع
غاية الضبط في الحساب

وبعد أن ذكر موسيو بونسولي جميع الملاحظات التي ذكرناها آتينا
الاستحسانات التي بها يمكن أن نصير الطارات الادروليكية ذات محصول عظيم
اذا عوضت الطاقات المستقيمة التي هي للطارات المعتادة بعلب منحنية
واسطوانية بحيث يكون مقعرها ملاطما للسائل ويكون محيط كل علبه من
هذه الطاقات مماسا لدائرة ظاهرية متحدة المركز مع الطارة وهذا المحيط يميل

بالتدرج شيئاً فشيئاً على نصف قطر الطارة حتى يكون محيطاً متصلاً كما يشاهد
في شكل (١) لوحة ٤

وبهذه الطريقة يمس الماء ظاهر كل علبة من تلك العلب ويدخل فيها بدون
أن يلاطم سطحها وذلك لكي يرفعها ارتفاعاً مواءماً للسرعة الخاصة به
فإذا اردنا الآن تحويل السرعة التي يخرج بها الماء من الطارة الى درجة
صفر يلزم ان تكون سرعة محيط هذه الطارة مساوية لنصف ماء التيار

وقد جمع موسيو بونسولي جميع وسائل الاستكمال حيث وضع
الحواجز وضعا مخصوصا كما ذكرناه آنفاً وعمل للمجرى مخرباً عرضاً في المحل
الذي تبدى فيه القواديس المنحنية بالانصباب ولاجل سهولة تفريغ تلك
القواديس وضع على كل جهة من جهات هذه القواديس موصلاً عن الحافات
قطعتين من الخشب على صورة كفات مستديرة وليس عرض هاتين القطعتين
أكثر من ربع ارتفاع الانحدار فهذه الاوضاع والتجارب التي عملها يستنتج
أن كمية العمل المتحصلة من التوايت المنحنية اذا كان الانحدار من ٨٠ و ٠

متراً الى ٢ من الامتار ليست اقل من ٦ و ٠ بل وفي الغالب تبلغ ٦٧ و ٠
من كمية الحركة الناتجة عن ارتفاع ماء الحوض تحت النقطة السفلى من الطارة
وهذه النتيجة أكثر من النتيجة التي يمكن تحصيلها من الطارات الجانبية بل ومن
الطارات العلوية أيضاً اذا كانت مستعملة في انحدارات صغيرة

وحيث ان العلب المنحنية لا تقبل الماء من اسفلها مثل الطارات ذات القواديس
فينبغي أن تصنع من ألواح الخشب الضيقة والافوق انها تصنع من الحديد
المسطوح ومن الصفيح المتين الذي يكون من قطعة واحدة وبذلك يمكن
نعشها في كفات مستديرة ويكنى تسميتها في تلك الكفات اولصقتها بمحكمة

وبعض الاوقات يمكن تعويض تلك الكفات المستديرة بالاختاب كما في
الطارات المنحنية

ومتى كان الماء المقذوف من المجرى قليل الحجم وكانت سرعة قذفه
عظيمة يمكن توصيل انحدار مجرى ب ف شكل (١) لوحة ٤

الى عشر واحد بحيث تعادل السرعة الناشئة عن هذا الانحدار التأخير
الناتج عن مقاومة الجواب

وينبغي أن يكون عرض المجرى اقل من طول العلب وها هي الاوضاع
الموافقة التي يجب أخذها في الحواجز والقواطع والمجارى

أولا ينبغي انحناء حاجز ب و على قدر الامكان (ثانيا) وضع علبه
 طاقة ق فوق الحاجز ولاجل أن يكون هذا الحاجز كاملا مستوفيا
 يلزم أن يكون مركبا من لوح سميك من الصفيح او الحديد الصلب
 وفي الجزء الذي يرتقي فيه الحاجز يمكن ان نعشق بعض قطع من الزحام من
 الجهة الظاهرة التي يدفعها السائل فبهذه الطريقة يسهل عمل الحاجز وهذه
 العملية يمكن اجراؤها بواسطة دولاب صغير مما يناسب هذا المقام ويلائمه
 الصور الاتية وهي ان قاع ب ف شكل (١) مكرر لوحة ٤
 من المجرى يكون مسطحا في جميع عرضه الذي هو م م ٥ شكل ١
 مكرر ثلاثا وينبغي ايضا أن يكون موضوعا على اليمين واليسار على هيئة
 م م ٥ و م م ٥ غ الذي يكون جزؤه العلوي محفورا على هيئة
 د ف شكل (١) مكرر بحيث ينطبق طبقا محكم على المحيط المستدير
 المعرّضه نحو اى الطارة

وفي نقطة ف شكل (١) و (١) مكررا ياتي المجرى فوق الخط
العمودي المار بمركز الطارة ويكون مخرج ف ش معدا سقوط
الماء الذي يسيل على قاع ش ل الذي هو أعرض من الطارة وذلك
لسهولة خروج الماء

ولنجث الآن عن حركة الماء الخارج من الطاقة فنقول ان اتجاه هذا الماء يكون مما ساجتبط الطارة تقريرا فاذا كان ابتداء سطح الاجنحة مماسا كذلك هذا المحيط ينبغي أن نعتبر تصادم الماء لهذا السطح قليلا ويزلق هذا الماء في كل علبة بدون مائع وعند ما يدخل في هذه العلبة تعادل تفاوت سرعة الطارات وماء المجارى ويصعد هذا الماء في العلبة الى ارتفاع يعادل الارتفاع

الذى تبينه الصناعة ولنفرض الآن أن قاع المجرى المعبوعته يمر في
ب يكون في وضع بحيث أنه في الوقت الذي يصل فيه الضلع الظاهر
 من العلبة الى نقطة **ف** يبلغ الماء الداخل في هذه العلبة اعظم ارتفاع
 يمكن صعوده اليه ثم ينزل على حسب انحدار العلبة فاذا استمر الضغط
 عليه نزل على الضلع الظاهر من العلبة بسرعة نسبية بحيث تساوى
 السرعة التى كانت له حال دخوله في العلبة وزيادة على ذلك أنه يتجه
 اتجاها مما سالسطح الطاقة الاسطوانى في جميع امتداد الضلع الظاهر
 من هذه العلبة

وقد تساوى سرعة الماء المطلقة سرعته النسبية ناقصة سرعة الطارة ولكن
 يلزم أن يكون هذا النقص قليلا جدا لكي يحدث الماء النتيجة الكبرى
 التى يمكن تحصيلها منه فعلى ذلك يلزم أن تكون سرعة الماء النسبية حين
 دخوله في الطاقة مساوية لسرعة الطارة فينبئذ تكون سرعة الماء المطلقة
 ضعف سرعة الطارة المطلقة

وفي هذه الآلة التى ذكرناها لا يفقد شئ من القوة لا عند دخول الماء في الطاقة
 ولا في خروجه منها

وانما يفقد من تلك القوة ما يتسبب عن ازدحام السائل عند خروجه من الخارج
 وعن احتكاك الماء في السائل وعن احتكاك الماء في الطاقات وقت الصعود
 والتزول وكذلك الخسارات الصغيرة التى لا يمكن الاحتراز من عدم ضياعها
 في كل آلة من هذا القبيل

وبعد ان بحث مسيو بونسولي بعملية عن الشكل الموافق الذى يعطى
 لجميع اجزاء الطارات الرأسية ولجاريها على اختلاف انواعها بحث ايضا
 بالتجربة عن النتيجة النافعة التى تحصل من هذه الطارات المتقنة الصناعة
 فهذه التجارب وان كانت قد عملت على آلة قطرها ٥٠ سنتيمتر فقط وطول
 طاقاتها ١٠٣ ملليمترات لكن اعظمية جدا بالنسبة لاتحاد نتائجها مع نتائج
 الآلات النظرية وبالنسبة ايضا للفوائد العظيمة المتحصلة منها

وقد شاهد مسيو بونسوليه بنفسه ان الطارات الكبيرة تحتاج لاتقان العمل الكامل اكثر من الطارة الصغيرة التي جعلها النموذجا فبناء على ذلك أن الطارات الكبيرة تعطى نتائج كبيرة اكثر من النتائج المتحصلة من الطارة الصغيرة المذكورة

وبين مع غاية الضبط والتدقيق ابعاد الحوض الذي يعطى الماء المحرك وكذلك ابعاد حواجز المجرى ووضع ايضا جميع الاحترامات التي يجب اخذها في قياس مصرف الماء مع غاية التحقيق وقال انه لاجل تنظيم قفحة الطاقة الظاهرية مع الضبط الكافي يلزم اخذ مساطر صغيرة من خشب يكون عرضها قدر القفحات الصغيرة المتنوعة المراد عملها مع اخذ الاحتراسات اللازمة لاجل التحقق من انها لا تتغير لزيادة ولا نقصان وقت استعمالها وحينئذ كان يضع وجهان من وجوه المساطر على عمق المجرى المنحني ويختص الطاقة الظاهرة الى ان يمس طرفها الاسفل الوجه الآخر ثم يقلب المسطرة على جميع الواجه بين الحاجز والمجرى بحيث تكون في غاية من الدقة في وضع عامودي فبهذه الطريقة لا يخفى أن عمل المسطرة يبين مع الاتقان قفحة الطاقة المراد عملها واما كيفية معرفة ارتفاع الماء في الصندوق فانهم كانوا يضعون جسامعوا ما يسبح على طول قضيب مدرج ولكن هذه الطريقة ابطوها واستعوضت فيما بعد بقياس سلك الماء بواسطة مسطرة كوتسك المتقسمة اقساماً صغيرة الى مليتيرات ولجل اثبات هذا القياس والتحقق منه كانوا يستعملونه عدة مرات في تجربة واحدة

ولا يخفى أن ترتيب التسوية هو الجزء الدقيق الصعب من جميع انواع هذه التجربة حيث انه يقتضي مزيد الاعناء والتأني وحيث ان تلك الوسائط الدقيقة التي اجراها في هذا الغرض عتده من المؤرخين لم تكن في طاقتنا اقتصرنا على وضع قناة وحاجز للتفريغ بجوار الصندوق المستعمل حوضاتكون ابعادها كافية في سيلان الماء الا أن من الترومى كان ارتفاع حاجز الطارة الصغير مناسباً فالتأني مع التأني قفحة حاجز التفريغ بشرط اتنا نتحصل على التسوية

الثابتة التي تقتضها التجربة المراد عملها
ومقيس الزمن بمقياس المعلم برينه فانه يعطى لنا انصاف الثواني وكية
الماء السائل في كل ثانية تحصل بالزمن اللازم لامتلاء الصندوق المأخوذ
بعاره عدة مرات ويسع ١٨٤ لترا

ولم نعد من التجارب العظيمة الا التجارب التي اذا كررت مرارا عديدة
لا يحصل فيها اختلاف الا في بعض انصاف ثواني مدة السيلان كلها وهكذا
في جميع التجارب التي ستكلم عليها فيما بعد

وقد وضع مسيو بونسليه النتائج المشهورة التي تتعلق بازدحام السائل
وقت خروجه من حاجزه والوسائط المافعة لجراخلل الناشئ من عدم الاتظام
الناشئ عن هذا الازدحام بطريقة مخصوصة

وهي أن هذا الخبر الماهر لكي يقيس نتيجة طارته العظمى استعمل واسطة
التي استعملها مسيو اسميتون اعني انه حسب مثله الثقل الذي يمكن
للطارة رفعه وعلقه في جبل ملف على عامود الطارة

وابتدا اول بتقويم مقاومة الهواء والمقاومة التي تحصل من شد الجبل او الدبارة
المعلق فيها الثقل على وجه التقريب ثم تقويم احتكاك الحركات الشديدة
التي تحصل للماء فكان يقيس بتحركه للطارة هذه المقاومات بنفس نتيجة
الاتقال الموضوعة في كيس معلق في الجبل او الدبارة وفي هذا الزمن لا شيء
يقاوم هذه الاتقال سوى المقاومات المختلفة التي ذكرناها * ولاجل اتظام
حركة الطارة كان يدورها عشر دورات كاملة بثقل واحد وكان ابتداء كل
دورة واخرها مبدئيا مع الدقة بواسطة ابرة (اي عقرب) موضوعة على مدار
العامود فبعد الدورة العاشرة كان يحسب مع الضبط عدة مرات الزمن اللازم
لعمل جملة دورات كان عددها في الغالب من ٢٠ دورة الى ٢٥ وبتغيير
الاتقال كان يعرف نوع المقاومات الماشئة عن كل سرعة تأخذها الطارة
وتيسر له معرفة هذه المقاومات فان هذه الطارة عندما كانت تدور بحركة
الماء تمزبانواع السرعة وقال مسيو بونسليه ان هذه الطريقة التي

استعملها عدة من المؤرخين غير صحيحة في جميع اجزاء الميكانيكا لان الطارة
تتأثر من الماء تأثرا شديدا متى كان تحركها به وفي هذه الحالة يكون الكيس
اقل مما اذا كانت فارغة ومن جهة يزداد شدتها الدبارة وتوتيرها ومن جهة اخرى
لم يكن الضغط والاحتكاك على الدوران واحدا

ويتعسر الالتفات الى هذه الاسباب الاخيرة في التجارب العديدة لكن يمكن
بواسطة الاعتناء والتعديل تنقيص مقدار مجموع هذه المقاومات في الاحوال
المختلفة ولو كانت اقل دائما من المقاومة المتحصلة من التجارب التي عملت
على الطارة وهي فارغة

وعلى موجب الاحتراسات التي ذكرناها اتفاهلنا الجدول الآتي وهو جدول
يحتوى على الاثقال المرفوعة وكميات العمل المتحصلة من الطارة بواسطة فيحة
حاجزستها ٣ سنتيمترات واتحادها ٢٣٤ مليمترا

عدد التجارب	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد الادوار في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه النقل في كل ثانية	الانثال المرفوعة ومن جملتها نقل الكيس	الزحل الذي يعمل فوازن المقاومات	النقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تصحبها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مليجتر	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
١	١٩,٥٠	٢٨٢١	٢٨٠٥	٠٠٠	٢٢٢	٢٢٢	٠,٦٢٨
٢	٢٢,٢٠	٠٧٧٦	٢٣٥٨	٠٠٠	١٩٠	١٩٠	٢٨٠,٦
٣	٢٢,٥٠	٠٦٣٨	٢٣٢٨	١٠٠	١٨٠	٢٨٠	٢٩٨٠
٤	٢٤,٠٠	٠٤١٧	٢٢٧٩	٢٠٠	١٧٦	٣٧٦	٣٠٣٦
٥	٢٤,٤٠	٠٢٤٦	٢٢٤٢	٣٠٠	١٧٤	٤٧٤	٣٣٠٥
٦	٢٤,٨٠	٠٠٨١	٢٢٠٦	٤٠٠	١٧٢	٥٧٢	٣٤٦٨
٧	٢٥,٢٠	٠٩٩٢	٢١٧١	٥٠٠	١٧٠	٦٧٠	٣٦٢٦
٨	٢٥,٦٠	٠٩٧٦	٢١٣٧	٦٠٠	١٦٧	٧٦٧	٣٧٧٦
٩	٢٦,٠٠	٠٩٦١٥	٢١٠٩	٧٠٠	١٦٤	٨٦٤	٣٩٢٢
١٠	٢٦,٥٠	٠٩٤٣٤	٢٠٦٤	٨٠٠	١٦٠	٩٦٠	٤٠٤٥
١١	٢٧,٠٠	٠٩٢٥٩	٢٠٢٦	٩٠٠	١٥٨	١٠٥٨	٤١٧٠
١٢	٢٧,٥٠	٠٩٠٩١	١٩٨٩	١٠٠٠	١٥٦	١١٥٦	٤٢٨٨
١٣	٢٨,٠٠	٠٨٩٢٩	١٩٥٤	١٠٠٠	١٥٤	١٢٥٤	٤٤٠٤
١٤	٢٨,٥٠	٠٨٧٧٢	١٩١٩	١٢٠٠	١٥٢	١٣٥٢	٤٥١٣
١٥	٢٩,٠٠	٠٨٦٢١	١٨٨٦	١٣٠٠	١٥٠	١٤٥٠	٤٦٢١
١٦	٢٩,٥٠	٠٨٤٨٥	١٨٥٤	١٤٠٠	١٤٩	١٥٤٩	٤٧٣٦
١٧	٣٠,١٠	٠٨٣٠٦	١٨١٧	١٥٠٠	١٤٨	١٦٤٨	٤٨١١
١٨	٣٠,٦٠	٠٨١٧٠	١٧٨٨	١٦٠٠	١٤٥	١٧٤٥	٤٩٠٨
١٩	٣١,٢٠	٠٧٩٨٧	١٧٤٨	١٧٠٠	١٤٢	١٨٤٢	٤٩٦٨
٢٠	٣٢,٠٠	٠٧٨١٣	١٧٠٩	١٨٠٠	١٤٠	١٩٤٠	٥٠٠٤
٢١	٣٢,٥٠	٠٧٦٩٢	١٦٨٣	١٩٠٠	١٣٧	٢٠٣٧	٥٠١١

عدد التجارب	زمن ٥٠ دورة من العجلة	عدد الادوار في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه النقل في كل ثانية	الانتقال المرفوعة ومن جالها نقل الكيس	النقل الذي يعمل بوازن المقامات	النقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تصنعها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مبلغ	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٢٢	٢٣,٥٠	٧٤٦٢	١٦١٢	٢,٠٠٠	١٢٤	٢,١٢٤	٧٥٥١٨
٢٣	٢٤,٣٠	٧٢٨٩	١٥٩٥	٢,١٠٠	١٢١	٢,٢٢١	٥١٥١٥
٢٤	٢٥,٠٠	٧١٢٢	١٥٦٢	٢,٢٠٠	١٢٨	٢,٣٢٨	٥٢٠١٢
٢٥	٢٥,٥٠	٧٠٢١	١٥٤١	٢,٣٠٠	١٢٦	٢,٤٢٦	٥٢٧٩٩
٢٦	٢٦,٥٠	٦٨٤٥	١٥٥٩	٢,٤٠٠	١٢٣	٢,٥٢٣	٥٢٢٨١
٢٧	٢٧,٥٠	٦٦٦٧	١٥٥٩	٢,٥٠٠	١٢٠	٢,٦٢٠	٥٢٢٨٢
٢٨	٢٨,٥٠	٦٤٩٥	١٥٢١	٢,٦٠٠	١١٥	٢,٧١٥	٥٢٧٩٩
٢٩	٢٩,٥٠	٦٣٢٦	١٣٨٥	٢,٦٠٠	١١٠	٢,٨١٠	٥٢٧٩٧
٣٠	٣٠,٠٠	٦١٥١	١٣٣٥	٢,٨٠٠	١٠٨	٢,٩٠٨	٥٢١١٣
٣١	٣٠,٥٠	٥٨٨٢	١٣٨٧	٢,٥٠٠	١٠٦	٣,٠٠٦	٥٢٠٥٦
٣٢	٣١,٠٠	٥٦٨٢	١٣٤٣	٢,٥٠٠	١٠٣	٣,١٠٣	٥١٠٠٠
٣٣	٣٥,٥٠	٥٤٩٥	١٢٠٦	٢,٥٠٠	١٠٠	٣,٢٠٢	٥٠٥٠١
٣٤	٣٥,٧٥	٤٧٣٩	١٠٣٧	٢,٥٠٠	٨٨	٣,٥٠٥	٤٦٧٣
٣٥	٣٥,٧٥	٤٧٣٩	١٠٣٧	٢,٥٠٠	٨٨	٣,٥٠٥	٤٦٧٣

وقال مسيو بونسوليه ان السرعة وكميات العمل المحصلتين من الطارة
يتبعان سيراً منتظماً ولو بلغت تقويمات الاعداد الثلاثة الرابعة من الاعداد
الاعشارية

وثبت عند المؤلف ان القوانين المتحصلة من التجربة تقرب من القوانين المتحصلة
من العمل حيث ان النسبة المفروضة بالعملية المتقدمة هي نسبة
ع = ٢٠٣ ، ٥٨٩٤ (ن - ف) كيلو غرامات

وهذه النسبة توافق التجارب المتقدمة بالكلية الى غرة ٣١ التي تبدأ فيها
الاختلافات بالزيادة وتصير فيها ظاهرة شيئاً فشيئاً فلذا كانت التجربة
في الاحوال الاولى الثلاثين موافقة بالكلية للعملية النظرية وينبغي للانسان
ان يلاحظ أن المساواة التي ذكرت بالنظر للاستثنائات الاربعة وانجمة الاخيرة
تكون مرتبة فيما اذا كان للطاقت ارتفاع كاف بحيث يمنع الماء عن الخروج
من قواعده ويظل هذا الغرض من ابتداء تجربة ٣١ واعظم قوة نافعة
تحدثها الطارة تكون موافقة لتجربة ٢٧ التي يكون فيها عدد الادوار
في كل ثانية ٦٦٦٧ ر. اعني تكون ثلثادورة في كل ثانية واما العملية
النظرية فينشأ عنها ٦٦٦ ر. وعرف مسيو بونسوليه بطريقة
عجيبة مهله ان نسبة السرعة المتوسطة للماء بالمسافة التي يقطعها محيط الطارة
يعبر عنها بعدد ٥٢ ر. بخلاف النظرية فانها تبين فقط بعدد ٥٠ ر. وهذا
الاختلاف الصغير الذي هو كناية عن اثنين من مائة يعد منحصراً
في حدود تخمينية بمقتضى الطريقة التي تبعها هذا المهندس حتى وصل الى
تحديد عدد ٥٢ ر.

ثم بحث بعد ذلك عن مقابلة نسبة كمية العمل التي تحدثها الطارة للنهاية لكبرى
وبين كمية العمل المنصرفة بالماء المتحرك فوجد بواسطة القويمات التي لا يمكن
لنا الا ان ذكرها على التفصيل هذه النسبة هي عين ٧٤١ ر. وقال ان
هذه النسبة تكاد ان تساوي مرة $\frac{1}{4}$ النسبة التي وجدها اسميتون
في الطارات المعتادة وليست بعيدة عن الطارات الادروليكية المشهورة واذا

طبقنا العملية النظرية على بحث هذه النسبة فيحصل معنا عدد ٧٤٠ و
وقال المؤلف ان هذه درجة تقريبية لا يلزم للانسان ان يعدها من تجارب
الطارات التي نحن بصددھا

والغرض المهم من شغل مسيو بونسويه الاخير هو تعريف قوانين سيلان
الماء في الجهاز الذي استعمله في التجارب المتقدمة فابتدأ أولا بملاحظة
احوال سيلان الماء في جزء المجرى الذي استعمله لذلك وقاس سرعة
هذا الماء ولأجل ان يحدد الشكل الذي يتبعه السطح الاعلا من السائل
في المجرى وضع قطعة من الخشب وضعا عموديا على اتجاه المجرى الذي شقه
بالابر المنتصبة ان موضوعة على بعد واحد ومسطقة في سطح واحد عمودي على
اتجاه التيار واذ انزلنا هذه الابرنارة ونارة بالتناوب بحيث يمسح الطرف الاسفل
من كل واحدة منها سطح السائل فيحصل معناجلة أنظمة متوازية وقد
يدل الخط المائل المستمر الذي شق كل طرف من اطراف تلك الابرنارة على المحيط
المستعرض بماء المجرى وبناء على ذلك يتحصل معنات قطع الماء الجاري في المجرى
فاذا قسمنا مصرف تيار بمقطع الماء المحدد بالطريقة المتقدمة فيحصل معنا
سرعة السائل المتوسطة ولأجل نجاح هذه المحفوظات يلزم ان يكون سيلان
الماء منتظما بالكلية وذلك يتم اذا كان ارتفاع الماء منتظما بالكلية في الخوض
ولم يكن هناك مانع يضر بحركة السائل عند خروجه من السد وقدومه
للمجرى

ولأجل سهولة الحركة الخفية التي يجب اعطاؤها للابر لكي توصلها الى النقطة
المحددة التي تناسبها ينبغي لنا ان نرتب انقسامها مع قطعة من السلك الموضوع
على كل ابرة منها في الجزء الذي يشق قطعة الخشب المستعرضة وعند أخذ جميع
الاحتراسات الممكنة ومعرفة ارتفاع الماء فوق عتبة السد بالكلية نقيس
المصرف الحقيقي بالآلات لكي نقاينه بمصرف الماء على مقتضى العملية
النظرية والآن نعرف نسبة هذين المصرفين وسرعة الماء عند خروجه من السد
على حسب العملية ونعرف ايضا نسبة السرعات الحقيقية على القطع المنقبض

للسرعات العملية النظرية وكذلك نسبة السرعات الحقيقية للطارة
وللمقطع المتقبض ونسبة السرعات للطارة وللسرعات العملية النظرية

ايضا

ثم ذكر مسيو بونسولي اعتقاده على تجاربه تنبيهات وحسابات لا يمكن
لنا ذكرها مفصلة في هذا المختصر والقصد من الجزء الرابع الاخير من شغل هذا
المهندس البحث عن معرفة كمية العمل المحصلة من الطارات ذات الطاقات
المختنية وبعد ان حدد السرعات الحقيقية وتصريفات الماء كما ذكر في الاحوال
المتنوعة من تجاربه بحث عن النسبة التي توجد بين السرعات الحقيقية للماء
على اجنحة الطارة وبين السرعات اللازمة لارتفاع الماء فوق مركز الارتفاع
بمقتضى العمليات النظرية فعمل جدول لا يشق على كيات العمل وهي سرعات
الماء وسرعة الطارة في النهاية الكبرى وقد تختلف نسبة في رديين كمية
نتيجة الطارة وكمية نتيجة الماء على العمود في عدد يسيل من ٥ ر ٠ وهو
الذي عينته العملية النظرية وبالنظر لنهاية الكبرى لم تكن النسبة التي توجد بين
كمية عمل الطارة وبين كمية عمل الماء اقل من ٦ ر ٠ بل وفي بعض الاحوال
يريد على ٧٥ ر ٠ مع أن هذه النسبة لم تكن سوى ٣٠ ر ٠ مقدار
متوسط الطارات على حسب تقويم اهميتهم وهذا ما يستفاد من
المواضع الجديدة

وبما كان مسيو بونسولي يشترطه في الاخبار اليومية التي تتعلز
بجمعية الترغيب كان مسيو دوبر رئيس المدادين في مدينة هرك
وهي إحدى محلات موزيل يني طارة ادرولي كمية مائية على حسب التمهرا
المؤلف وكانت النتائج الكبرى التي تحدثها المية تقرب كثيرا من النتائج
الناشئة عن الاورينك المذكور يستعمل مسيو بونسولي في تجاربه
وفي الحقيقة نجد ان نسبة كمية العمل التي يصدرها الماء المتحرك بالنظر للنهاية
الكبرى كانت تساوي ٧٣ ر ٠ مع ان مسيو بونسولي وحد هذه
النسبة بطارته التي استعملها ٦٥ ر ٠ وينبغي لنا ان نلاحظ انه كان لطارة

طاحونة فولك سرعة تساوى $\frac{1}{3}$ من سرعة الماء وبالجملة فكانت
 هذه السرعة الاخيرة تفوق شيئاً يسيراً على النهاية الكبرى
 واذا قومنا شغل ما يجرى رجل بشغل الطارات المحمية أو الجانبية التي توجد
 في فرانس فقط وفرضنا ان هذا الشغل ولو كان يفوق بحسب الظن ثلث القوة
 المحركة المنصرفة نرى بالحساب والبراهين التي ذكرناها ان تكميلات
 مسيو بونسولي تحدث لنا بلا واسطة مع عدد السواقي زيادة في الشغل
 الحقيقي تساوى $200000 \times \frac{75}{100}$ اعنى ان هذه الزيادة تساوى شغل
 ٥٠٠٠٠٠ رجل حقيقية وهذه هي الزيادة الناشئة عن تصليح عمارة
 الطارات الادروليكية ومن المهم مقابلة نتيجة تلك الطارات بنتيجة الجدى
 الادروليكي (اي الآلة المائية) وهذا ما يمكن لنا فعله بواسطة الجدول
 الذى ذكره الشهير هيتلوان الذى تقدم ذكره في الدرس الثامن
 وقد حسب هيتلوان المذكور النسبة التي توجد بين النتيجة التي يحدتها
 الجدى الادروليكي وبين كمية القوة المحركة المنصرفة حيث فرض ان رفع الماء
 بقوة الجدى يكون بالتوالي ١, ٢, ٣, ————— ٢٠ مرة قدر
 الارتفاع العامودى الذى يقيس قوة الماء المستعمل في تحريك الجدى وهما
 نتيجة مباحثه

وكان يحصل لنا في الحالة التي يلزم رفع الماء فيها الى ارتفاع اكبر من ارتفاع سقوطه نتيجة مفيدة جدا وذلك اذا كنا نستعمل عدة من انواع الجدى كل واحد منها يرفع الماء قليلا وينزل ماء الجدى الاول المنصب في الحوض الاول بالخصوص لكي يرتفع بواسطة جدى ثانى وهذا الجدى يستعمل قليلا كذلك لامتلاء حوض آخر بحرك سقوط مائة جديا بالناو ولم جرا وقد قابل مسيو هيتوان النتائج النافعة التي يحدثها النوعان الاصليان من الطارات الادروليكية بالنتائج النافعة التي يحدثها الجدى باختلاف انواعه فتجبت له النتائج الآتية وهي

اذا كان رفع الماء يساوى اربع مرّات ارتفاع سقوطه فيرفع الجدى جزأيا من الماء اكثر من الطولبات المتحركة بالطارة ذات القواديس وتكون نتيجة هذه العجلة والجدى على اختلاف انواعه واحدة اذا كان رفع الماء مساويا ست مرّات ارتفاع سقوطه وبالجملة متى لزم رفع الماء اكثر من ست مرّات ارتفاع سقوطه فيكون استعمال الجدى اقل فائدة من استعمال الطارة ذات القواديس

واذا قابلنا الجدى بطارات مسيو بونسوليه ذات الطاقات فوجد النتيجة واحدة متى كان رفع الماء مساويا لاربع مرّات ارتفاع سقوط الماء المتحرك ويكون استعمال الجدى كثير النفع والفائدة متى كانت النسبة اكثر من اربع مرّات ويكون استعماله قليل الفائدة اذا كانت هذه النسبة اقل من ذلك

بقى علينا أن نتكلم الآن على طريقة أخرى تستعمل في نقل قوة الماء وهي طريقة استعمال الآلة ذات العامود وتستعمل هذه الآلة لتحريك الطولبات مع قوة مفروضة بنوع سقوط من الماء عظيم الارتفاع فاذاملاّنا بالماء قسبة عامودية يساوى ارتفاعها هذا السقوط فيحصل لقاعدتها انضغاط مناسب لعامود الماء المحتوية هي عليه ويمكن استعمال هذا الضغط لتدوير الطولبات

وقد عرف مسيو دونيزار ومسيو دونيل في سنة ١٧٣١ من الميلاد آلة

عظيمة اخترعها على مقتضى هذه القواعد واستعمل لذلك قضبتين عاموديتين
احد عموديهما الماء يضغط مكباس الطولوبة من أسفل والاخر من اعلا
على التوالي وكان مكباس الطولوبة يصعد وينزل بتأثير هذه الانضغاطات
وكانت قوة عمود الماء المحركة تستغل في هذه الآلة مطلقا كما كانت
وقوة البخار تستغل في الآلات المسماة بالنتيجة المزوجة

قد صنعوا ايضا من هذا الجنس آلاتها وعمود من الماء ذات نتيجة واحدة
كالاآلة التي صنعها مسيو هول في شومينتر سنة ١٧٥١ ولا يوجد
في هذه الآلة سوى عامود واحد من الماء ارتفاعه ٩٠ مترا وقد وصل
هذا الماء بواسطة مجرى افقى الى قاعدة جسم طولوبة ويتعلق قضيب المكباس
باحد ذراعى الرافعة ويتعلق ذراعها الاخر بقضيب الطولوبة المعدة للتفريغ
ويوجد حقتان احدهما ا يصل عند فتحها عامود الماء بجسم الطولوبة
الاول وثانيهما حنفية - تفتح لتفريغ الماء الداخلة في الاسطوانة (اولا) اذا
كانت حنفية - مغلوقة وحنفية ا مفتوحة فعمود الماء يدخل في الجسم
الاول من الطولوبة ويرفع مكباسها وهذا ما ينزل مكباس طولوبة التفريغ
اما بقوة الرافعة او بقوة الرافعة (ثانيا) متى تمت الحركة الاولى غلقت حنفية ا
وفتحت حنفية - فيقطع عمود الماء حينئذ عن الضغط في الجسم الاول
من الطولوبة ويسيل الماء الداخل في هذا الجسم وينزل المكباس المستمر
في هذا الجسم بعظيم تله بان يرفع مكباس طولوبة التفريغ الى اعلا
ولتأسف غاية التأسف على كون الزمن لا يساعدنا في ان نذكر تفصيلا
الرسالة النفيسة التي ذكرها مسيو بونوات وهو تلميذ قديم من مدرسة
المهندسخانة في شأن المجلات القوية والمجلات ذات انقوايس المنحنية
راجع من تواريخ الصناعة عمرة ٧٣

الدرس العاشر

في الكلام على توازن السوائل السائلة وعلى الطولوبات

ولتسكلم الآن على توازن الغازات اى السوائل السائلة فتقول سميت بذلك لان لها على العموم صورة كصورة الهواء المتعاد وخواصه الميكانيكية التي تتركب منها الكرة الهوائية

فاذا أدخلنا الهواء في عنق اناء ممتلئ بالماء وجدنا أن هذا الهواء يخرج من الاناء على صورة الفقائيع الصغيرة أو الكبيرة ويصعد جهة سطح السائل الاعلا بسرعة كبيرة جدا ويرى كذلك اننا اذا غلبنا الماء فخرج فقائيع بخار الماء من العمق وتصدع على السطح وتقع بالغلي

واستنتج القديما بملاحظة هذه الحوادث وملاحظة حوادث أخر ايضا حاصلة في حركة الطلومبات انه ليس للهواء والبخارات اى الغازات ثقل بالكلية وفضلا عن كونها تميل الى مركز الارض تبعد عنه بقوة مخصوصة بها وهذا خطأ كبير كاف في التسكك بضرع مهم من العلوم الطبيعية في مبدء الامر

ومنبين هذه الخاصية التي توجد في السوائل السائلة في كونها ترتفع فوق السوائل المعتادة وينبغي الآن ان نبين من هذه الخاصية طريقة عظيمة لتحديد الاتجاهات الاقضية مع غاية الضبط والتدقيق

فاذا تخيلنا اسطوانة مثل ا- ب لوحدة ٥ شكل ١ متعادلة تعادلا كاملا وممتلئة بالماء وتحتوى على قعاعة ٥ من الهواء وفرضنا انها مغلوقة من الطرفين فاما اذا رفعنا طرف ٥ اكثر من طرف ١ فان قعاعة ٥ لمكى ترتفع على قدر الامكان تجري جهة ٥ فتحوطرف ٥ وبالعكس اذا رفعنا طرف ١ اكثر من طرف ٥ وقعاعة ٥ تجري الى ٥ في أعلا نقطة جهة طرف ١ وبالجمله لا تستقر القعاعة وتثبت في وسط اسطوانة ا- ب الا اذا كانت هذه الاسطوانة أهية بالكلية فعلى ذلك يمكن لنا التحديد هكذا اول اذا كان اتجاه ا- ب المقروض أهيا ٥ ثانيا اذا لم يكن هذا الاتجاه أهيا فن ذلك نعرف الجهة التي يلزم ارتفاع الانبوبة منها وتصيرها كطلوب وهذه مثل الميزان الذى له قعاعة من الهواء وهو مستعمل في العمليات الدقيقة

المتعلقة بالأمم الملكية وبالقنون المخصوصة بالاشتغال العامة وقد عرف كل من باسكال وجاليليه الهواء الكروي بأنه جسم ثقيل كالأجسام الصلبة والسوائل ولاجل اجراء هذه العملية وزن أولاء من الزجاج ممتلأً بالهواء في حالته الطبيعية ثم ندخل بعد ذلك هواء جديداً بالقوة في هذا الاناء فيعده هذه العملية يصير الاناء ثقيلًا جدًا وهذا الثقل العظيم في الحقيقة إنما هو ثقل الهواء الجديد الداخل فيه بالقوة وإذا علمت هذه التجربة في غاز ادروجيني (اي ماءى) أو في غاز الحمضى الكاربونيكى أو في سائل سبيل يظهر منه نتيجة مثل هذه ومن هنا يستنتج أن الهواء وجميع الغازات اجسام ثقيلة

واستكتشف هذه الحقيقة بغير وحده بالمشاهدة صورة جميع الحوادث التي تظهر على سطح الارض من التوازن وحركة الاجسام وحيث كان الهواء ثقيلًا فكل نقطة من هذا السائل تكون مضغوطة بثقل عمود الهواء الذى تحمله هذه النقطة فحينئذ لا يكون هذا الانضغاط من أعلا الى أسفل ثقل بل انه يكون بقوة واحدة في جميع الجهات الممكنة حول تلك النقطة ويكون هذا الانضغاط حاصلًا على حياة الحيوانات والنباتات وقوتها وعلى الطريقة التي تكون عليها المعادن والتأثير الدائمة المقيدة جدًا التي سنبين حقيقتها

ثم انه لا يحصل للسوائل كالماء والنيذ والزيت والزيتون متى كانت ساكنة انضغاطات في كل نقطة مساوية لعمود السائل المحمول بهذه النقطة بل انها تحمل غير ذلك جميع ثقل عمود الهواء على سمت عمود السائل بشرط أن يحصل لجميع نقط السائل الموضوعة على التسوية العليا انضغاط الكرة الهوائية عوضاً عن أن يحصل لها انضغاط مساوٍ لصفر

ومن السوائل ما لا تكون باقية على حالتها الا بهذا الانضغاط الواقع على سطحها من الكرة الهوائية حتى اذا ما منعناها هذا الانضغاط فانها تنتقل سريعاً من هذه الحالة الى حالة الغازات مثل الاثير

وتدبشأ عن هذا الانضغاط الذي يجبره الهواء على جميع السوايل طريقة بسيطة لتحديد ثقل عمود زئبق من الهواء معلوم المساعدة ولاجراء ذلك نأخذ اثبوبة من الزجاج مثل α (شكل ٢) طولها أكثر من ٨ دسمترات وتكون هذه الاثبوبة مغلوقة في نقطة α ثم بعد امتلائها بالزئبق النقي نجعلها في الوضع المذكور في شكل ٢ فاننا نلاحظ ان الزئبق ينزل من ابتداء نقطة α وهذا ما يتسبب عنه الفراغ في هذا الجزء وبناء على ذلك بعد نزول الزئبق من الفرع الطويل يصعد في الفرع القصير ويتفرق في كرة β بحيث يبين الاختلاف الذي يؤخذ بين تسويقي α و β

فاذا فرضنا انهم يطولون فرع الاثبوبة القصير مثل الكرة الارضية فان ذلك لا يغير حالة التوازن ولكن يحصل معنا وقتئذ سايلان منحصران في اثبوبة واحدة مضمينة واذا وصلنا خط $\alpha\beta$ في الافق يلزم أن تكون الانضغاطات الواقعة من كل نقطة من هذين القطعين متساوية من الجهتين فبناء على ذلك تحمل نقطة $\alpha\beta$ ثقل عمود سايل $\alpha\beta$ بخلاف نقطة $\beta\gamma$ فانها تحمل ثقل عمود الهواء وبالجمله يكون ثقل عمود الهواء مساويا لثقل عمود السايل وتكون قاعدة العمودين واحدة

واذا اعتبرنا الزئبق كالمواضع فاستنا لاحظ ان زئبق $\alpha\beta$ لم يكن من الارتفاع في المحلات الواطية جدا من سطح الارض سوى ٨١ سنتيمترا ولكن يتغير هذا الارتفاع وكذلك ثقل عمود الهواء في محل واحد على مقتضى التغيرات التي تحصل لحالة الكرة الهوائية

فلذا ينبغي لنا أن نلاحظ في جميع التجارب والاشغال التي يراد فيها حساب القوى المستعملة بالطبيعة في زمن اجراء الاشغال والتجارب ما هو ارتفاع عمود الزئبق الذي يبين الانضغاط الواقع من الهواء الجوي على الاجسام في محل العملية

والبارومتر هو الآلة النفسية المستعملة في قياس الانضغاطات الواقعة من الهواء الكروي ويلزم أن تكون معرفة هذه الآلة واستعمالها عاملا للناس

الذين يمارسون جميع الفنون الميكانيكية بطريقة علمية ولم يفتنوا في الكلام الاعلى القواعد التي يمكن استعمالها في عمل البارومترات وتحقيقها وضبطها حيث انها مفصلة في مختصرات الطبيعة واذا استعملنا الماء عوضا عن الزيت حيث كان الماء أخف منه $\frac{1}{13}$ مرة بالاقل فيلزم أن يكون عمود م $56 \times$ مرتفعاً اكثر من $\frac{1}{13}$ لكي يدل على هذا الثقل بعينه فلذلك اذا ارتفع الزيت الى ٧٦ دسيميتر من الارتفاع فالماء يرتفع الى ١٣ و 56×76 اي ٢١٠ و ٣٣٦ بالتصديق فبناء على ذلك يلزم لاجل استعمال البارومتر وعمود الماء أن يكون اختلاف طول فرعي الانبوبة متجاوزا ١٠ امتار و $\frac{1}{13}$ فيثبت تصدير هذه الآلة صعوبة الحمل والعمل

وهناك ملاحظة ضرورية تتعلق باستعمال البارومتر وهي الاختلاف الذي يحصل لصحة الآلة من تغيرات الاعتدال (راجع الدرس الثاني عشر فان فيه الكلام على الحرارة)

واحد الاستعمالات العظيمة من استعمال البارومتر هو استعمالها في قياس ارتفاع الجبال ويلزم قبل توضيح هذه الآلة البحث عن ثقل الغازات في الارتفاعات الكبيرة قليلا أو الصغيرة

ومتى كان الهواء الجوى ساكناً فان كل جزء من أجزائه الصغيرة يحمل كذا كرنا ضغطا يستدل عليه بقل العمود المنتصب المنسوب للغاز الذي قاعدته هذا الجزء الصغير ولكن للسوائل المرنة خاصية تضغطها بالنسبة للثقال التي تحملها فبناء على ذلك اذا قسمنا جله من السائل كالهواء بطبقات أفقية نرى ان جميع الاجزاء الصغيرة الموضوعة على ارتفاع واحد يلزم لكي تكون في حالة التوازن انها تحمل هذه الانضغاطات المتقدمة وبالجملة تكون مضغوطة على حد سواء فيثبت تكون كثافة طبقات السائل الاقوية متحدة في جميع امتداد كل طبقة صغيرة أقوية لكنها تنغير الى عدة طبقات مختلفة وترتد ادسياً فسياً اذا قرب الانسان من الطبقات السفلى وتنقص اذا بعد عنها

وقد وجدنا ان الكثافة تتبع تقدما هندسيا اذا تبعت اعماق الطبقات تتقدما
حسبها

وهذه الخاصية النفيسة التي توجد في السوايل المرة تكفي في تحديد قانون
تقصان كثافات سايل حرن مطلقا بواسطة ملحوظ فقط وكذلك في ارتفاع عمود
السايل من ابتداء النقط التي تلاحظ منها

فعلى ذلك اذا عرفنا ثقل السايل بارتفاعات متنوعة فنستخرج منه الارتفاع
الذي يخص كل ثقل جديد

وأما من جهة الهواء الكروي فان البارومتر بين لنا ثقل عمود الهواء
الذي تحمله هذه الآلة

حينئذ اذا صعد الانسان على خط منتصب بان يقيس الارتفاع الذي يصعده
ويلاحظ ارتفاعات البارومتر على كل نقطة فانه يعرف درجات تقص
كثافات الكرة الهوائية وبالجملة يمكنه حساب ارتفاع الكرة الكلي

وعند ما تحصل على هذه المعرفة يسهل علينا صناعة القياس الذي يحدد
في الارتفاعات الاقصية المفروضة فوق التسوية المعلومة الارتفاع الذي يصعده
الزئبق في البارومتر

ويكفي في قياس الابعاد المنتصبة المفروضة فوق أو تحت التسوية المأخوذة
قاعدة كوننا نلاحظ مع الاهتمام التام ارتفاع البارومتر على نهاية هذه
المسافة فهذه الطريقة يمكن لنا تحديد سمك المعادن وارتفاع الجبال مع الضبط
سواء كان بالنسبة لمساواة بعض السهول المأخوذة قاعدة محلبة أو بالنسبة
لمساواة البحر المأخوذة قاعدة عامة

ونسب الى ياسكال اول استعمال ملاحظة البارومتر في السهول وعلى
الجبال لمعرفة اختلاف كثافة الهواء على اختلاف أنواع الارتفاع وهوانه
جعل صهره بريه يستعمل هذه الملاحظة في جبل بيدودوم وبعد مضي
مائة وخسين سنة قاس مسيوراموند الطبيعي ارتفاع جبال بيدودوم
وجبال بيرنيه بالملاحظات البارومترية مع غاية الصحة

ولتقتصر الآن على هذه النتائج العظيمة المتعلقة بالعلوم الطبيعية التي ظهرت لنا
 بآريقة الحساب وكان نقل الهواء مجهولاً بالكلية من منذ ثلاثة قرون ولا يعرفه
 أحداً واما الآن فقد صار معلوماً بل صار محددًا مع الاحكام التام في جميع
 تنوعاته الصغيرة على المحلات المهمة من الارض وبين لنا قياس هذا الثقل
 تغيرات الاعتدال ~~المكبيرة~~ في زمن الصحو وفي المطر والعواصف وغالباً
 في ارتجاجات الارض وبهذا الثقل نعرف البحارة والسياحين تدارك
 القرطونات وسكونها وبذلك يحافظون على انفسهم من الهلاك ويتداركون
 الاخطار بحيث يكونون في امن منها وبالجملة فهذا الثقل يصير عند الميكانيكيين
 والمهندسين قاعدة قياسها معلوم الطول كالتوازي والقدم والمتر التي يستعملونها
 بدون عمليات في تحديد الارتفاعات المسئلة من المحلات المتفرقة من الارض
 بموانع صعبة جداً أو مسافات بعيدة فلذا كان انضمام حساب الهندسة
 والميكانيكة يعطى لقرينة الانسان معرفة اصول الطبيعة بالتدريج

ومعنى لزم الامر لعامة تلك الآلات في المحلات الواطية جداً كعمق بعض
 المعادن أو في المحلات الكثيرة الارتفاع كما نجد ذلك في وسط البر الاكبر وكانت
 السوايل المرنة تدخل كالعوامل في هذه الآلات فالتأثر تكبر خطأ عند
 مقابلة هذه الآلات اذا لم نعتبر اختلاف كثافة الهواء الناشئ عن اختلاف
 ارتفاعات المحلات المتنوعة

وبذلك نرى ان الانضغاط العادى الواقع من الكرة الهوائية يصير نتيجة بعض
 الآلات أحاد القياس فيقال مثلاً ان الآلة الفلانية تحدث ضغط ٤٠٣ و ٤١
 من الانضغاطات الهوائية بالنظر الى كون هذا الضغط يعادل عموداً من
 الزيت المساوى الى ضعف أو ثلث أو ربع أو خمس العمود الذى يعادل ضغط
 لكرة الهوائية

واذا قومنا الى عشرة أمتار ارتفاع عمود الماء المساوى لضغط الكرة الهوائية
 المتوسط فيصير هذا الضغط كيلوغراماً باستقيمت من السطح المضغوط وبالجملة
 اذا كان السطح قابلاً للضغط ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الهوائية فيحمل

كل مستقيم مربع من هذا السطح ٣ و ٢ و ٤ كيلوغرام من الضغط وزى في الملاحظات البارومترية المعتدة لقياس الارتفاعات مع الاحكام انه يلزم اعتبار تغيرات الترمومتر (اى ميزان الحرارة والبرودة) والى الآن لم تذكر سوى سائل سبيل بفرده وبقي علينا الكلام على سائلين سبيلين يختلفان في الثقل الخاص فلاجل بيان ذلك نقول ان الاقل من هذين السائلين يوضع في الجزء الاعلى طبعا والاخف منهما يعلو فوقه ويكون اقترانهما معا طبقة آتية في جميع قطنها

ولناخذ لذلك مثلا اختلاط الهواء الجوى مع غاز الحمض الكربونىكى فنقول ان غاز الحمض الكربونىكى هو السائل السبيل الذى يصاعد الى فواقع عديدة . ففى سكبته فيه عدة مواضع كالتيئذ ذى الرغوة وكثيئذ الشبانيا والبونطة وكبعض المياه المعدنية ويستخرج هذا الغاز ايضا من الطباشير ومن كثير من الجواهر المعدنية وهو اقل من الهواء الجوى وبهذا السبب متى انفصل فيوضع دائما تحت الهواء الجوى

ويعرف هذا الغاز مع السهولة حيث انه يقتل الحيوانات اتي تشمه وبطئى . الشموع التى توضع فيه

ويوجد عدة مغارات كمغارة الكلب المشهورة بقرب نابل تحتوى على كمية من الغاز الكربونىكى فاذا وقف الانسان مستقيما فيها فانه يرتفع فوق طبقة التسوية التى تفرق هذا الغاز من الهواء المعتاد وينفس بدون ضرر بل واذا كان معه شمعة فانها تتور كالعادة بدون مانع ولكن اذا نزل الشمعة بحيث تدخل في الطبقات السقى المثلثة بالغاز الكربونىكى فانها تنطفئ . فى الحال وكذلك اذا نزل هو بنفسه فى هذه الطبقة فانه يغشى عليه فى الحال ويحصل الاسفكسيا ومثل هذا التأثير يحصل للحيوانات ذوات الاربع القصيرة القامة التى لا يمكن التنفس فوق الطبقة السقى من الحمض الغاز الكربونىكى وهذا بعينه هو الذى يحصل حقيقة فى مغارة الكلب المسماة بهذا الاسم نظرا لهذا التأثير

وبالجملة فان السوائل السبيلة تكون مع بعضها كالمواضع العادية مختلفة

في الثقل ويمكن توزيع هذه السوايل على مقتضى تلك القواعد وقد يعمل
الكيمائيون مثل هذه العمليات في كل وقت من الاوقات بواسطة الدن
الاروينوماتيكى

ولتسكلم الآن على توازن الاجسام التى تعوم فى السوايل السائلة فنقول
ان شروط التوازن والثبات تكون هنا مثل شروط توازن الاجسام التى تعوم
فى السوايل العادية وثباتها أعنى انه يلزم (اولا) ان ثقل الجسم العوام يساوى
ثقل هذا الغاز الحال هو محله (ثانيا) ان مركز ثقل الاجسام العائمة ومركز
ثقل الغاز المستعوض يكون على خط واحد منتصب وبالجمله يلزم لاجل
الثبات أن يكون مركز ثقل الجسم العوام تحت هذه النقطة المشهورة المسماة
بنقطة تحت المركز

والى الآن لم نعرف اى جسم من الاجسام الصلبة يكون أخف بنفسه من
الهواء الكروى ولكن اذا حصرنا غازا آخر أخف من الهواء فى ملف صلب
فينتكون عن الجميع جسم أخف من الهواء العادى وهذا ما يسمى بقبة
الهواء

ومتى كانت القبة الهوائية أخف من الهواء الكروى على سطح الارض فانها
ترفع الى النقطة التى يكون فيها لطبقة الهواء المستعوضة ثقل كئقلاها
حينئذ تسكن القبة متى كان مركز ثقلها متناسب الوضع ولنتظر كيف صارت
شروط التوازن والثبات فى صناعة القباب المعتادة فنقول

ان الطريقة فى صناعة هذه القباب هى كوتانفتح ملفا من الحرير المصنوع
بأخف الغازات وهو الغاز الادروجينى (اى اصل الماء) وبهذه الكيفية تصنع
كرة ا- شكل ٤ ونلقها فى الخيط الذى يتعلق بأسفله القارب الذى
تعد فيه الناس الذين يريدون الصعود فى القبة فبناء على ذلك اذا كان ثقل
هذه القبة أقل من ثقل الهواء المستعوض فانها ترفع وحيث كانت منتظمة
بالنظر الى محور منتصب فانها تصعد صعودا عموديا وحيث كان ثقل
القارب والناس الذين يصعدون فيه عظيما بالنسبة لثقل الغاز الادروجينى

فيكون مركز ثقل القبة قريباً من القارب في نقطة χ بخلاف ثقل الهواء المستعوض فإنه يكون في نقطة μ قريباً من مركز كرة $\alpha\beta$ الذي هو θ ونعرف أنه متى كان القارب مثلاً يسيراً جهة الشمال مثلاً فإن خط $\theta\mu$ العامودي شكل \circ يبين لنا القوة التي تدفع القبة من أسفل إلى أعلا وخط $\chi\mu$ يبين لنا القوة التي تدفعها من أعلا إلى أسفل وكل من هاتين القوتين يميل إلى اعتدال القبة وبذلك يحصل النبات فلذا كلما ارتفعت القبة الطيارة في الهواء كلما يحصل لها توازن من اليمين والشمال على حسب الرياح أو حركة القبة فإنها تستعد إلى أخذ التوازن دائماً

ومتى أراد الانسان الصعود في الجو خلف توازن القبة الهوائية فإنه يرى من قارب القبة جزءاً من الصابورة الموضوعة فيه وإذا أراد النزول فيخرج جزءاً من الغاز الذي في هذه القبة ومعرفة هذين التأثيرين سهلة وقد استعمل مسيو جيليو سالتي ومسيو بيوت القبة الهوائية في قياس اعتدال الهواء وكتافته على ارتفاعات كبيرة جداً بواسطة الترمومتر والبارومتر

وقد استعملوا في ابتداء تعصب القرن سابعة هذه القبة لتحديد حركات جيوش الأعداء ومواضعها بأن يلاحظوها من قارب القبة بالآلات محكمة ويلقون في جميع المحلات تذاكر صغيرة تشتمل على الأخبار اليومية لكي يبينوا جميع تلك المواضع والحركات

ولتسكلم الآن على الطلومبات فنقول إن هذه الطلومبات آلات تستعمل لرفع السوائل أو الغازات بقوة الجذب أو بقوة الدفع ولتسكلم أولاً على الطلومبات المستعملة في رفع السوائل ثم نبحث عن الطلومبات المستعملة في تحريك الغاز وكل طلومبة من هذه الطلومبات كناية عن اسطوانة مقعرة تنزل بأسفلها في السائل المراد رفعه والاسطوانة القصيرة الممتلئة التي تسمى بالمكبس تتعلق مع الضبط في جزء هذه الاسطوانة المسمى بجسم الطلومبة

ويمكن للقضيب المثبت في المكباس أن يرفعه وينزله مهما أراد وبالجهد يظهر لنا
المكباس قفحة تفتح وتغلق بحركة الغطاء المسمى باللوب الصغير الصمام
ومتى فُتحت السدادة فإن جزء من الاسطوانة المنفصلين بالمكباس يتصلان
ببعضهما وإذا غلقت فأنهما يقتربان عن بعضهما بالكلية بالمكباس وهذه
التبسيهات الاولية تكفي في بيان حركة الطلومبات على السوايل
وقد يؤثر الثقل الجوى في الاجسام الموضوعة على سطح الارض ضغطا
مساويا تقريبا للنقل الذي تحمله هذه الاجسام اذا قطع عنها على حين غفلة
الهواء الجوى واستعوض بعمود من الماء قدر ارتفاعه عشرة أمتار وثلاث
الثلث ١٠

وإذا كان جسم الطلومبة غاطسا بجمه الاسفل في سائل من السوايل وفرضنا
ان المكباس يمس أولا سطح هذا السائل لاجل السهولة فما الذي يحصل اذا
رفعنا هذا المكباس بقوة واقعة على قضيبه
وإذا سكن السائل فيشكون فراغ كامل بين المكباس وهذا السائل فلذلك
لا يمكن لاي ضغط في داخل الاسطوانة أن يجري زيادة على جزء السائل ولكن
يكون الجزء الذي يوجد خارج الاسطوانة عرضة للانضغاطات الجوى على
مقتضى قوانين التوازن التي وضعناها سابقا وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع
السائل في الاسطوانة بالتدريج شيئا فشيئا الى أن يكون فيها على ارتفاع
مساو لضغط الكرة الجوى وإذا فرضنا ان الامر محتاج لرفع الماء
ولاحظنا بالبارومتر التي بها عمود من الماء ارتفاع هذا العمود وقت تحرير
الطلومبة التي نستعملها فان الماء الذي يرتفع في الاسطوانة لم يكن متوازيا
مع الانضغاط الجوى الا اذا ارتفع الى ارتفاع مساو لهذا العمود أعني مساو
تقريبا ١٠ أمتار وإذا أردنا أن نرفع سائلا آخر أخف من الماء
كلازيت مثلاً فينبغي لهذا السائل لكي يكون متوازنا مع ضغط الكرة الطاهر
ان يكون اعلا منه ويصعد ارتفاع عموده الكلي في البارومتر الملاحظة في ذلك
الوقت

وإذا استعملنا الطولبة في رفع سائل آخر أثقل من الماء كالزئبق مثلا فإنه يرتفع قليلا في الامطوانة ولم يبلغ عمود هذا السائل المعدني سوى ٧٦ ستيتمرا من الارتفاع وذلك إذا كان على ارتفاع تسوية البحر باعتدال مثل اعتدال الثلج الذائب

وعلى مقتضى ذلك يظهر أننا إذا وضعنا المكاس الى أولا فان السائل يتبع حركته الى حد معلوم يتعلق بالثقل الخاص للسائل ولكن مهما كان الارتفاع الذي يصعده المكاس خلف هذا الحد فإنه لا يمكن للسائل أن يبلغ نهايته في الارتفاع بل أنه يكثسا كما وهذا هو الحد الذي يمكن تحصيله من حركة الطولبة التي لا تستعمل الا بالجذب ولهذه الطريقة تسمى بالطولبة الجاذبة

وقد عرفنا استعمال الطولبة الجاذبة من منذ عدة قرون من غير أن نعرف صحة نتائجها ومنافعها وكانوا يفرضون بالزعم ان الطبيعة تبغض الفراغ فلهذا كانت السوائل ترتفع في جسم الطولبة متى صعد المكاس فيها لكي تملأ هذا الفراغ ولكن كيف كانت الطبيعة تبغض الفراغ إذا كان ارتفاع هذا الفراغ في الطولوبات المائبة قدر $\frac{1}{10}$ أمثار وكيف تزول هذه الكراهية إذا تجاوز $\frac{1}{10}$ أمثار وكيف كانت الطبيعة ايضا لا تبغض الفراغ الا إذا لم يكن له أكثر من ٧٦ ستيتمرا من الارتفاع في الطولوبات الزئبقية وكيف تنقطع هذه الكراهية إذا تجاوز ارتفاع ٧٦ ستيتمرا من الارتفاع فكل هذا يعتمد من ضلالات علم الطبيعة القديمة ومن حالة الجهل التي كان يوجد فيها هذا الجزء من الميكانيكة حتى أنهم كانوا لا يعرفون وقتئذ لمهواء الكروى ثقلا يجذبه مع القوة والشدة كما كان الثقل الخاص يجذب الاجسام الثقيلة كالحديد والرصاص وأما الآن فخلا عن كونهم يعرفون أن الهواء جسم ثقيل قط صارت معرفة ثقل هذا الهواء مطمح نظر العامة في كل وقت وحين وكذلك صارت الناس الذين لم يكونوا كملين في المعارف يعرفون الآلة التي تستعمل لقياس هذا الثقل ويريدون عليها الآن عدة حوادث

تعلق بتغير الايام وتقلب الفصول

وقد استعملوا من ابتداء بعض السنين كثيرا من تلك الحوادث وأخذوا
الضغط الذي يحدثه الهواء الكروي وحدة لقياس الانضغاطات الكبيرة
الحاصلة في الآلات البخارية وحيث اننا ذكرنا ذلك فيما تقدم حسبنا هذه
الانضغاطات وعبرنا عنها برقم ١ و ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الجوية
حتى ان الشغال الذي كان يدبر نار الآلة الكبيرة الضغط والشخص المنوط
بتنظيفها وازالة أوساخها يعرف على اى درجة من الهواء الجوي يرتفع ضغط
هذه الآلة مع انه قبل ذلك بثلاثة قرون كان أعظم الفلاسفة لا يعرف شيأ
من ذلك فبتقدم العلوم انتقلت المعارف من الرتب العليا الى الرتب السفلى
وانسعت دائرة المعارف عند جميع الملل وصارت وسائط الانسان تزداد
مع ازدياد معارفه وصارت تنشر المعرفة الغزيرة منافع جديدة على الدوام
وهالك بعض تفاصيل تخص الطوليات الجاذبية من اجراء العملية مثلا عوضا
عن كوتنا لانستعمل (لوحة ٥ شكل ٦) الاسطوانة متعددة الغلط
في جميع جهاتها وجدنا ان الوفرتقيص قطر هاجز ١١ الاسفل الذي لا ينبغي
للمكبس أن يتحرك فيه ويسمى هذا الجزء الضيق بقصبة الجذب وأما الجزء
الاعلا الذي هو ر - الرريض الذي يتحرك فيه المكبس فيسمى بجسم
الطولية الحقيقي

وقد تكون قصبة الجذب منسعة من أسفلها في نقطة ه لكي يسهل على الماء
الظاهر الدخول وقد اهتموا غاية الاهتمام في فتح هذا المدخل بلوح من حديد
منقوب عدة ثقوب لكي يمنع القاذورات أو الاجسام الصلبة التي تكون
في ماء الحوض خوفا من أن تصعد في قصبة الجذب وتسد مسداتى
ضنه فنه وقد تكون الاسطوانتان محزرتين بصمى ثث ومحصورتين
بالر يمان أو مجزوق البر يمان ويكونان مقترقين بجسم قابل للضغط كالخلد
لكي يسد مع الاحكام الخلالات الصغيرة التي توجد بين الاجزاء الصلبة
لوجوده في القبتين

وقد تكون سدادة ضمه محزنة في حاجر مستو على ارتفاع اجتماع جسم الطولية مع قسبة الجذب ويكون مكاس ح ملقوفاً بقطع من الجلد بحيث ينطبق الطبقاتاً محكاً مهماً أمكن بقليل من الاحتكاك على جسم الطولية بخلاف ما إذا كان المكاس من خشب قسط ويستعملون في بعض الطوليات مكاييس من نحاس

وقد تكون الفتحة داخل المكاس قليلة العرض بقدر ما يكون المكاس قليل الحجم وبناء على ذلك يكون قطر هذه الفتحة أصغر من قطر جسم الطولية لكن متى أرتفعت السدادة بمعنى أنها لا ترفع إلا بقدر النصف فيكون اتساع الفتحة ضيقاً أيضاً فلذا كان عمود الماء الذي يشق المكاس أصغر من عمود جسم الطولية المائية

وبالجملة يمكن لنا أن نعطي لقسبة الجذب طراً أصغر من قطر جسم الطولية من غير أن يكون الماء المرفوع مجبوراً على تقدم سرعته عند مروره في المكاس

وإذا اردنا تحرير الآلة الآن فنقول أنه ينبغي لنا أولاً أن نعرض بان المكاس يكون في نقطته السفلى وفي حالة السكون خيطة فتكون السدادات مغلقة بنفس ثقلها الخاص فمن أجل ذلك نمد قصب المكاس من أسفل إلى أعلا لكي نرفع هذا المكاس فعند ذلك يصعد الماء في قسبة الجذب إذا كانت هذه القسبة ممتلئة قبل اذن بالهواء ويصعد الماء بحيث يجبر الهواء على أن لا يشغل سوى مسافة واحدة لكي لا يحصل منه سوى انضغاط مساو للانضغاط الذي كان يجبره سابقاً ويوازن الانضغاط الظاهر الحاصل من انكسار الهوائية ولتنزل المكاس الآن فنقول بمجرد ما يخرج الهواء الموضوع تحت هذا المكاس في جسم الطولية في وسط المكاس الذي يرفع السدادة فإنه يخلص من كمية من الهواء تساوي سائر المكاس

وإذا رفعنا المكاس ونزلناه ثانية فالتأخر في الارتفاع بالتوالي عمود الماء وتنقص كمية الهواء المنحصرة في قسبة الجذب وفي الجزء الأسفل من جسم الطولية وعند ما خرج

الهواء المحصور في هذه الاتساعات فيشق الماء المكباس الذي يرفع السدادات

وللطومية الجاذبة التي ذكرناها عيوب ينبغي بيانها اذ من المستحيل أن يكون اجتماع القصبان صحيحا جدا بحيث لا يمكن للهواء الخارجى الدخول فيه وقت الجذب فاذا لم يكن جلد المكباس طريا بالكلية فانه لا يتقدم مع جسم الطومية وينزع الهواء الذى يمر من جره جسم الطومية الاعلى الى جره الاسفل وقوع الجذب وحصوله ويزداد هذا الضرر اذا لم تحرك الطومبات دائما وتنشف الجلود بتأثير الحرارة الكبيرة فعلى ذلك يجب علينا قبل استعمال الطومية ان نصب جله من الماء على المكباس بحيث يدخل هذا الماء في جميع الجلود وينفخها

وفي وقت تحريك الطومية بصعد الماء المجدوب بسرعة ناشئة عن ضغط الهواء الكروى فعلى ذلك اذا تجاوزت سرعة المكباس سرعة السائل فيسكون فراغ بين السائل وهذا المكباس ويزداد هذا الفراغ في كل جذبة ويزداد في الاخر كثير حتى لا يمكن للمكباس عند نزوله الوصول الى عمود الماء فلهذا اذا اردنا نزع الماء مع سرعة كبيرة ينهى الحال بالانزح منه شيئا

وكلامنا الى الآن فيما اذا كان جسم الطومية وقصبة الجذب عمودين راما اذا كانا مائلين يلزم أن نحسب في حساب الانضغاطات وفي جذب الماء الارتفاعات العمودية غير ان مدة صعود الماء وتحريك الطومية يزيدان كلما كانت قصبة الجذب وجسم الطومية مائلين زيادة

وقد توجب الحدود المتحصرة التي لا يمكن بدونها رفع المياه بواسطة الطومية الجاذبة استعمال الطومبات الكابسة في كثير من الاحوال ولتشكم الآن على الطومبات الكابسة فنقول ان في حركة الطومية الجاذبة التي تكلمنا عليها يكون جسم الطومية ومكاسها بالضرورة فوق سطح الماء المراد رفعه واما في الطومية الكابسة البسيطة فيكون جسم الطومية والسدادات والمكباس تحت التسوية

واذا نزل المكباس من الماء في وسط فتحة هذا المكباس وسداده لكي يساوى مع الماء الظاهر وإذا صعد غلقت هذه السدادة وانضغط الماء الذي فوقه الى اعلا

وبالجملة فتتأرجح الطلوبة الجاذبة والطلوبة الكابسة تختلف عن بعضها اما الاولى فانها لا ترفع الماء اكثر من عشرة امتار $\frac{1}{10}$ واما الثانية فانها ترفع الماء الى جميع الارتفاعات على حسب الارادة

وهناك طريقة عمل الطلوبة الكابسة البسيطة التي يكون في مكاسها فتحة فتقول لوحة ٥ شكل ٧ و ٨

ان المكباس فيها يشابه مكباس الطلوبة الجاذبة غير ان قصبته تكون من أسفل عوضا عن أن تكون من اعلى وقد يكون هذا القصب مثبتا على عارضة البرواز السفلى المتحرك بقضيب عمودي مثبت على عارضته العليا

وتثبت على جسم طلوبة ث قصبة ارتفاع ب المتقاسة بالذراع بحيث يكون قضيب ت الاعلى سمت محور جسم الطلوبة وقد يجمع جسم الطلوبة وقصبة الجذب بواسطة حروف البريمات والمرباط بطواق فقرقها فريدان من الجلد كما ذكرناه في وصف الطلومات الجاذبة

ويلزم ان تكون سدادة م م مثبتة في اعلا جسم الطلوبة فوق المكباس لاحتها كما في الطلوبة الجاذبة

وحيث كانت هذه السدادة تغلق متى نزل المكباس فان الماء المرفوع اكثر من هذه السدادة بواسطة الكبس لا يمكن نزوله ثانيا وانما كل ضربة من المكباس تتقدم منه شيئا فشيئا والكمية المرفوعة مع كل ضربة من المكباس تساوى الجمل المبر عنه بقطع جسم الطلوبة المساوى الارتفاع الذي يقطعه المكباس في كل مرة

ولكن الارشاحات سواء كانت في وسط النحامات السدادات أو بين جسم الطلوبة والمكباس فانها تنقص هذه النتيجة قصا فينا

وقد تكون المقاومات التي تحصل لحركة السائل قليلة كلما كبرت فتحات

السدادات بالنسبة لجسم الطلومبة
ولتسكلم على الطلومبة الكابسة البسيطة ذات المكباس المتلى
(لوحة ٥ شكل ٩)

مفرض ان في جسم طلومبة ث العمودى يتحرك مكباس ح المتلى
المحرك يقصيب عمودى وفرض ايضا ان قصبة م ن المنحية تكون
اقبية في نقطة م في الجزء الذى يفتح في جسم الطلومبة وتكون
عامودية من اعلى

وقد تمنع سدادة ض نزول الماء الذى يرتفع في قصبة ن وتمنع سدادة
س المنبثة في أسفل جسم الطلومبة الماء المرفوع في هذا الجسم عن النزول
متى نزل المكباس

وقد تكون السدادات ن والمكباس تحت تسوية الماء المراد رفعه (أولا) اذا
ارتفع المكباس فالمراد رفع بالنسبة للضغط الكروى الظاهرى سدادة س
ويدخل في جسم الطلومبة وكذلك في جزء م الاقنى فينبئ سدادة ض
المضغوطة بالماء المجتمع في ن وبثقل الهواء الكروى تغلق وتمنع الماء
المرتفع في ن من النزول ثانيا (ثانيا) اذا نزل مكباس ح فسدادة س
تغلق بتأثير الانضغاط الحاصل من الماء المرتفع في جسم الطلومبة ومن
المكباس الكابس له بحيث ان الماء الذى لا يمكنه الخروج من سدادة س
المضغوطة بالمكباس يفتح سدادة ض ويرتفع في انبوبة د

وقد تساوى كمية الماء المرتفع بكل ضربة من ضربات المكباس بقطع النظر عن
جميع الخسارات الناشئة عن اجراء هذه الآلة حجم مقطع جسم الطلومبة وهذا
المقطع يساوى الارتفاع الذى يقطعه المكباس في كل ضربة كما في الحالة
السابقة

وانتسكلم الآن على الطلومبة الجاذبة الضاغطة (لوحة ٥ شكل ١٠)
فنقول اننا اذا اخذنا هذه الآلة وركبناها فوق سطح الماء المراد رفعه واعطينا
بها الجزء الاسفل من جسم الطلومبة بقصبة تنزل تحت هذا السطح فيتحصل

معنا الطلومبة الجاذبة الكابسة

ومع صنعنا الانابيب واجسام الطلومبة من المعادن فالتا عمل قسبة الجذب تارة من قطعة واحدة مفتوحة من أسفل وتارة من قطعتين يكون أسفلهما على شكل مخروط ناقص وتكون الالتحامات هنا كما في الاوصاف المتقدمة

وينبغي تنظيم حركة المكاس في الطلومبات الجاذبة الكابسة بحيث لا يست هذا المكاس عند نزوله مجرى قسبة الجذب بالكلية لانه اذا لم يكن هناك هوايين المكاس وسدادة منه ربما بعد المكاس عندهم هذه السدادة فوق ثقل الضغط الجوي فلهذا يلزم أن تذكر التقييد والتوضيح التقييد المنسوب الى مسيو بيلدور حيث قال ان الطلومبة ربما وقفت دفعة واحدة من غير ان نعرف لذلك سببا ونحلها عدة مرات بدون ان نقف لها على عيب مطلقا ولا نشك في كونها عادية الحركة

وذلك أن الطلومبة الجاذبة الكابسة لكي تكون كاملة يلزم انها الانستدعي رفع المكاس قوة أكبر من القوة التي ينزل بها ويندر أن تكون الطلومبات متعادلة فلهذا اذا نزلنا طلومبتين متشابهتين يتحركان بحركة واحدة على التوالي فان احد المكاسين يصعد والاخر ينزل ويحصل هذا الترتيب مع الفائدة في الطلومبات البخارية

وقد تجنب طلومبة بيلدور كالطلومبة المتقدمة (لوحة ٥ شكل ١١) ضرر الفراغ الواقع بين المكاس وسدادة الارتفاع لما ان قسبة الارتفاع عوضا عن أن تكون موضوعة في أسفل جسم الطلومبة كما في الطلومبة الجاذبة الكابسة المعتادة تكون منضحة الى الجزء الاعلى من جسم الطلومبة ويكون المكاس مثقوبا بحيث يحصر مهما امكن مرور الماء وهو في المعادن وفيه في الغالب لوليان بمشابك

وقد يكون جسم الطلومبة مستورا بلوح من حديد السبعة معادن في وسطه طوق من هذا المعدن وفي وسط هذا الطوق يمر قضيب

المكبس

وهذا القضيبي يمر في وسط عدة لقاح من الجلد مغطاة بجالقة ومضمومة بالوالب

ثم ان منع الماء عن الخروج من ثقب القاعدة العليا من الاسطوانة التي يمر فيها قضيبي المكبس يترب عنه ضرر عظيم ينقص نتائج الطلوبة وعند ما تتحرك هذه الآلة يوجد فيها فائدة عظيمة وهي أن يكون مكباسها بين مائتين وبناء على ذلك لا يمكن للهواء الدخول في جسم الطلوبة بهذا المكباس كما يحصل غالباً في الطلومات الجاذبة الكابسة المعتادة

ولتسكلم الآن على الطلومات الجاذبة الكابسة ذات المكباس المنعكس فنقول ان جسم الطلوبة يكون مفتوحاً من أسفله ويتحرك فيها المكباس من اسفل ونؤدى الانبوبة الجانبية الماء للطلوبة وتكون سدادة الجذب موضوعة على الخارج الذي يضم جسم الطلوبة الى الحوض وهذه الآلة اصعب من الآلة التي يكون فيها المكباس مستقيماً لما انها تحتاج الى بروز من الحديد المصروق على قضيبي المكباس لكي يحركه ولا يسوغ لنا أن نرجع هذه الآلة على الآلات التي عرفناها انفا

وفي جميع الطلومات المتنوعة التي ذكرناها لا يمكن خروج الماء من اعلا الانبوبة المساعدة الا بمسافات مدة احدى حركات المكباس المتوالية

مثلاً الطلومات الجاذبة البسيطة يتفرغ ماءها حتى يرتفع المكباس ويتقطع انصباب الماء بمجرد نزول هذا المكباس ومثل ذلك في الطلومات الكابسة البسيطة والطلومات الجاذبة الكابسة التي يتحرك مكباسها من أسفل الى أعلى وبعبكس ذلك في الطلومات التي يتحرك فيها المكباس من اعلا الى أسفل فانها تحدث الانصباب متى نزل المكباس وتكون هذه التعاقبات مضرّة في كثير من الاحوال لما انها تطلب قوة محركة غير متساوية تزداد عند خروج الماء اكثر من وقوفه

ولجبر هذا الخلل وجدت ثلاث وسائط متنوعة (الاولى) ان نضع

في الطلومات

في الطلومبات آتية هوائية (الثانية) انقسم جسمي الطلومبة او واحد من ذلك الى القصبة الصاعدة (الثالثة) ان نحزله بمكاسين في جسم الطلومبة ولتسكلم على كل واحدة من هذه الثلاثة على الترتيب الكلام على الطلومبات ذات الآتية الهوائية (لوحة ٥ شكل ١٢) فنقول حرف ث هو جسم الطلومبة وحرف ر هو الآتية الهوائية المتعلقة على جسم الطلومبة بواسطة اللوالب والبريمات وحرف ض هو السدادة التي تغلق مجرى هذه الآتية في جسم الطلومبة وحرف ن هو قصبة الجذب التي تصب في جسم الطلومبة وحرفا هـ هـ هما قصبة الارتفاع ولكل من هاتين القصبتين اللتين هما قصبة الارتفاع وقصبة الجذب سدادة تمنع الماء عن التأخر وحرف ح هو المكاس الكبير الذي يضغط الماء من أسفل الى اعلا بواسطة براون الحديد ولنوضح الآن الكلام على حركة الطلومبة المذكورة فنقول انه بعد عدة ضربات من المكاس يملأ الماء قصبة الجذب وجسم الطلومبة فاذا نكلمنا ارتفاع المكاس دخل الماء في الآتية وضغط الهواء المنحصر فيها ويدخل جزء من الماء الداخل في الآتية في قصبة الارتفاع وعندما ينزل المكاس وضغط الماء يقل سدادة الآتية والهواء المنحصر فيها يرفع الماء في قصبة الارتفاع فينتد يصعد الماء في قصبة الارتفاع حتى صعد المكاس وازنل ومتى ارتفع المكاس فانه يضغط الماء مرتين في زمن واحد في القصبة الصاعدة فعلى ذلك يلزم ان تكون لقمة التي يدخل منها الماء في الآتية اكبر من لقمة التي يدخل منها الماء في القصبة الصاعدة

وتحتاج الصناعة في كثير من الاحوال الى حركة مستمرة في شغل الطلومبات فلذا صار استعمال الطلومبات ذات الآتية الهوائية من الامور المهمة وليس الغرض من الهواء في هذه الطلومبات ازدياد القوة المحركة بل الغرض منه تنظيم حركتها قطعاً وبالجسلة فلا خطأ من اعتقد صحة تساوي ارتفاع الماء في الطلومبات ذات الآتية الهوائية حيث ان ارتفاع الماء يبلغ

في بعض الاوقات نهايته الكبرى كما يحصل في الاوقات التي يكون فيها هواء
الآتية مضغوطا جدا فبناء على ذلك يحتاج لقوة عظيمة في رفع الماء ثانيا
ولتسكلم الآن على تركيب جسم الطلومبات المنضمة الى قصبه ارتفاع
واحدة فتقول اتتارى في (شكل ١٣ لوحة ٥) جسمى الطلومبة
الساكبة المعبر عنه بجرفى م ن المثبتين بحسب الآلة المعتادة
على قصبه ت المفاوقة المسماة بلغة العامة بالسراويل لمشايتها لهذا
النوع من الملابس وحرف ٥ يعبر عنه بقصبه الارتفاع ويكون جسمها
الطلومبة متوازيين بحيث يرتفع احد المكاسين اذا نزل الآخر وبالجملة
يوجد على الدوام ماء مضغوط جهة الاعلى ويخرج دائما من الجزء الاعلى
من قصبه الارتفاع

وفي بعض الاوقات عوضا عن ان يكون جسمها الطلومبة بجذاء بعضها يكون
احدهما فوق الآخر ويكونان مثبتين بقضبان على عارضتى برواز
من الحديد

ولتسكلم على طلومبة تزوكيك (لوحة ٥ شكل ١٤) فتقول ان
حرف ح هو في هذه الآلة جسم الطلومبة الاصلى و د هو جسم الطلومبة
الثانى وقطره اصغر من الاول وتنضم قضبان المكاسين المتحركة فى جسمى
الطلومبة فى نقطة غ غ بواسطة عوارض ويكون مكاس جسم الطلومبة
الاكبر ذالوب والآخر عملى ومتى صعدت المكاس يرتفع الماء الاسفل
المتضاعف المجذوب ويضغط المكاس الاكبر الماء الذى مرتفه قبل اذ متى
نزلت تلك المكاس يلزم أن يرتفع ماء جسم الطلومبة الاصغر فى المكاس
الاكبر وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع الماء فى جميع الاحوال على الدوام

ويستعملون فى جانب السفن الكبيرة الطلومبات المتضاعفة المكاس التى ذكر
تفصيلها فى لوحة ٦ شكل ١ و ٢ و ٣ ا ه ه ف و يدل
كل من شكل ١ و ٢ على ارتفاع جسم الطلومبة الذى يظهر من جهتين
على شكل الزاوية القائمة وتدل سدادة ض (شكل ١) على ما يسمي

بالبسطة (أي قياس المواضع) التي يمكن رفعها وهي مثقوبة ومغطاة بسدادتين مستديرتين نصف استدارة وحرفا ح خ هما المكاسان ويمر قضيب المكاس الاسفل في وسط المكاس الاعلى في فتحة مستديرة تتعشق مع هذا القضيب وتحرك ملوى م م عمود ا الذي يحمل زوايا عارضة ت التي على طرفها ويثبت طرف قضيب المكاسين بواسطة حلقة واذا اعطينا الى الملوى حركة الذهاب والاياب فيرتفع احد ذراعي العارضة متى نزل الاخر وبناء على ذلك ينزل احد المكاسين متى ارتفع الاخر وذلك كله في حركة الطلوبة ذات المكاس المتضاعف

ويدل شكل ٣ على مقطع المكاسين بقياس كبير جدا واشكال ا و ب و ث و د تدل على بسطة ض المذكورة (في شكل ا) ويدل ا على المقطع الرأسى المصنوع بمحور البسطة و ب تدل على الرصامة الاقية التي فوق البسطة و ث تدل على قطعة البسطة الحاملة للسدادات و د تدل على نفس هذه القطعة الموجود فيها لولبان واشكال ه و ف و ز تين لنا تفاصيل المكاس ف ه هو الجزء المتوسط الذي يستعمل لحفظ الجلود و ف هو الجزء الاعلام من المكاس الحامل للسدادتين و ز هو الجزء الاسفل من المكاس

وفي اسفل جسم الطلوبة كما هو مذكور (في شكل ١ و ٢) تعلق قصبه الجذب ويجتر دما يرتفع الماء فانه يخرج من فتحة و المستديرة شكل ا و ٢ ومن المعلوم ان هذه الطلوبة وان كانت تقتضي الاهتمام التام في عملها الا انها تحدث نتائج عظيمة

وشكل ٦ لوحة ٦ يدل على الطلوبة الجاذبة ذات المكاس الدوار مع محور افقي ينسب لبراماه وجسم الطلوبة هو كناية عن اسطوانة مستديرة يكون محورها أقباقا وقاعدتا الاسطوانة تكون من الألواح المعدنية الداخلة في الاطراف على محيط الاسطوانة وبين مجموع قواعد الاسطوانات ونفس الاسطوانات يوجد دوائر من الجلود لمنع الماء والهواء وقد يتكون

ميكاس ٢ ٠ الدوار من الجناحين المنبتين على الهور فوق كل منهما
سدادة ويكون حابر ض الأفق معينا لفصل الجزء الشمالى من الجزء
اليمنى فى الاسطوانة تحت المكاس وبناء على ذلك اذارفعنا ونزلنا على التعاقب
يمين المكاس وشماله اعنى اذا نزل يمين ٢ فان سدادة هذه الجهة ترتفع
وتغلق من الجهة المقابلة بضغط السائل الداخلى فى الجزء الاعلى وينقل
السائل الذى جهة ٢ فى جزء ٣ الاعلى وبعد ذلك اذا دورنا المكاس
بالعكس فسدادة ٢ تفتح وسدادة ٢ تغلق بعكس ما تقدم ويرتفع
الماء المرفوع بقصبة رأسية

ويبين لنا كل من شكل ٤ و ٥ استعمال الطلمبة المتقدمة كاستعمال
طلمبة الحريق التى يتحرك فيها المكاس بملوى م م المضاعفة التى
يرفعها الانسان وينزلها هما اراد وتكون الطلمبة موضوعة على احد
طرفى برميل الماء ويكون الطرف الآخر ممتلا بالماء الذى تشغل به الطلمبة
ونرى مخزنا من الهواء معبرا عنه بحرف ر موضوعا فوق الاسطوانة
يستعمل فى دوام حركة الطلمبة ويكون البرميل المجهز بملقاته محمولا
على عربة ذات اربع عجلات

وقد تصنع طريقة الاسعافات اللازمة للحريق فى بلاد انكلترة باهتمام مخصوص
بمعنى ان لها انا من موطنين بها ارباب امانة بحيث يكون معهم الطلمبات
ولو اوزها محمولة على عربات ومجرورة بخيول معدة لذلك

ويوجد فى الانايب المستعملة لتوصيل المياه بمدينة لوندرة انايب صغيرة
رأسية ترتفع الى سمت البلاط الذى تغلق فيه هذه الانايب بغطاء ذى لولب
يرفع على حسب الارادة ويوجد بريمة مثقوبة فى نهاية انبوبة الجلد الداخلة
فى الخوض على رأس الانبوبة فى محل الغطاء وينزل الماء بكثرة بواسطة هذه
الانبوبة الموضوعة وهذه أعظم طريقة تستعمل لجلب المياه اللازمة لاطفاء
الحريق ويجتنبون فى بلاد انكلترة غالبا الشغل البطيء الصعب الذى يقتضى
كثيرا من الناس وعادة يعمل هذا الشغل فى بلاد فرنسا بواسطة الدلاء

التي تنقل من يد الى اخرى

وتتركب جميع الطلومبات المعتادة التي تستعملها الانكليز لاطفاء الحريق من جسمي طلومبة ومن حوض واحد وتكون هذه الثلاثة اسطوانية موضوعة على قاعدة اقنية على شكل قائم الزوايا وتتحرك آلة الملولى الرافعة التي يحمل ذراعاها قوس الدائرة مع سلسلة من دوجة معقدة في تقطعي قضيب المكابس لكي ترفع المكابس التي تتحرك في جسمي الطلومبة وتزأها بالتعاقب

وقد يميز الماء اللازم الاتي من الابوية التي ذكرناها اتقا في موصل في وسط لوح مستطيل يستعمل مسند الجسم الطلومبة ويفرغ في الجزء الاسفل من جسمي الطلومبة ومن هذا الجزء ينضغط في الاسطوانة التي يتكون عنها الآلية الهوائية وقد تنتهي الابوية لرأسية التي تصل الى الجزء الاسفل من الاسطوانة وتشق من اعلا غطاء على شكل الطيلسان الكروي من هذه الاسطوانة بذراع وتأخذ شكلا منحروطا ويمكن اتجاها هذا المخروط وتحويله على حسب الارادة وتندفع الماء المضغوط بالطلومبة من فتحة في رأس هذا المخروط ويرتفع في جميع المحلات المختلفة التي يريد توصيل المياه اليها المعينة لاطفاء الحريق ومتى ضغط الماء المرفوع في جسمي الطلومبة وقت مروره في الحوض فانه يرتفع فوق الجزء الاسفل من ابوية البج ويضغط عند ارتفاعه الهواء الذي يوجد في الجزء الاعلا من الحوض ومتى كان هذا الهواء مضغوطا فانه يدفع بمرسته خرير ماء الطلومبة وبصيره مستمر وتكون الآلة التي ذكرناها آنفا منقولة على عربانة مع صندوق أو حوض يكون ممثلاً وقت الاحتياج بالماء فالدلاء التي تنقل من يد الى اخرى في اطراف المدينة التي يوجد فيها او بالقرب منها انابيب مثل الانابيب التي ذكرناها

ثم ان طلومبات الحريق التي توجد في بلاد الانكليز تستحق ان تكون ممنازة عن غيرها بتطبيق قوة الناس على حركة الآلة وسبب ذلك ان المحور الافقي يمر في وسط الرافعة التي توصل حركتها المتوالية بمكاسي جسم الطلومبة ولكي تتحرك هذا العمود تعلق فيه دائرة يكون ضلعها الطويلان موازيين للمحور

على هيئة مماسك ونضع رجلين او ثلاثة في كل جهة يحتركون هذه المماسك وزيادة على ذلك نضع رافعتين صغيرتين في طرفي العمود ينتهي كل منهما بقوس الدائرة مثل الرافعة الاصلية المستعملة لتحريك مكابس جسم الطلومبة بالتعاقب ونضع على الجزء الاعلا من قوس الدائرة سلسلة صغيرة يعلق في طرفها كرمي افقي موازن للماسك وتكون العساكر المنوطة باطفااء الحريق ما كثة في وسط المحور متكتين بارجلهم على الكرسي من جهة اليمين والشمال ويجعلون بالثاقب ثقل جسمهم على احد الكراسي وهذا ما يزيد في تأثير الآلة وهذه الطريقة في استعمال قوة الانسان تظهر انها من اعظم الطرق المشهورة ثم ان الآلة باسرها تكون مركبة على اربع عجلات قصيرة وتقل من الخزن الى محل الحريق في عربانة فيما سطح ما يلب به ترتفع وتنزل لوازم الطلومبة وحصان واحد يكفي في جر هذه العربانة

والطلومبات الانكليزية من ايا على الطلومبات الفرنساوية المستعملة لاطفااء الحريق يجب التنبيه عليها وهوان عمل الشغالة لا يمتد في كونه يرفع بالتعاقب الآلة من جهة أو من جهة اخرى ولا يحتر كما بقوة شديدة ولا ما يضر بحفظها وتقل الشغالة الراكين على حصان فوق المحور يساعد على ثبات الآلة ويقتص المجهودات التي تميل الآلة من جهة الى اخرى وتزد على ذلك ان السير الذي تبعه الماء المضغوط يكون مستقيما وبالجهة يحصل له في سرعته قليل من الخسارة

وتتسكلم على الطلومبة الهوائية اى الآلة الجذب الهوائية فنقول انها تتركب من اسطوانتين رأسييتين قطرهما واحد يتحرك مكابهما بالجذب ويكون قضيب كل واحد من هذين المكابسين مستنادا خلا في قوس من الدائرة ومثبتا على طرف الرافعة المتحركة بالمولى وتكون نقطة مسنده في وسط المسافة التي تفرق الاسطوانتين ومن اسفل كل اسطوانة تخرج انبوبة التوصيل التي تصب في كفة اقنية وتغطي هذه الكفة بقبة من زجاج تسمى بالآنية والدهن الذي يحيطون به اسفل القبة على الكفة يمنع المرور بين الهواء الداخلى والخارجى

واذا شغلنا الطلومبات بلذب الهواء الموجود تحت الآتية فالتأثير شياً
فشيئاً كمية هذا الهواء وتفرغه وهذا ما يسعى عمل القراغ مجازاً والبارومتر
الموضوعة تحت الآتية تبين لنا ارتفاع عمود الزئبق الانضغاط الذي يحصل
من الهواء سواء كان قليل البسط او كثيره

(الدرس الحادى عشر)

ولتسكلم الآن على قوة الريح وآلات تجليد الهواء والملاحه وعلى طواحين
الهواء فقول

ان قوة الهواء يظهر تأثيره على جميع قط الكرة فى كل وقت حيث انه لا يسكن
فى أى محل اللحظات قليلة وبقليل اضطراب من الجو اذا كان هنالك مانع
تحدث قوة يتولد عنها بعض حوادث طبيعية قليلة او كثيرة نارة تكون نافعة
لاشغال الصناعة ونارة تضر بها

وبالنظر لتأثير الريح العام فى الطبيعة نجد انها تحدث نتائج عظيمة وذلك انها
تنظف جميع المحلات من الاجيرة الرديئة التى تجتمع فيها من العفونة وغيرها
وتجلب فيها هواء جديد نافعا للذوات الروحية اللازم لها هذا الهواء لاجل
التنفس

وينفع الانسان من تغير الجو دائماً حيث انه يجتدد بالآلات الهواء الفاسد
الاجتمع فى عرق المراكب وبين قناطرها وقد يكون بعض هذه الآلات مصنوعة
من اسطوانة من قماش مفتوحة الجزء الاعلا فتحها عمودياً وتوجه القفحة
من الجهة التى يأتى منها الريح ولاسكى يتقاد الهواء الجوى الى القوة التى
تطلبه فينزل فى الآلة وينشر فى الخن وبين القناطر فيخرج منها الهواء الفاسد
بالاخص يتصاعد جلة من الاشياء القابلة للعفونة اى القابلة للتخمر وكلما
كانت اخطار البحر لا تلحق لسد فتحات السفينة كغطايات المدافع ونحوها
فيلزم فتحها والآلات المعتدة لتجديد الهواء هى التى تلتقى الهواء الجديد من
جهة الريح وتخرج الهواء القديم الفاسد من الجهة للقابلة

ومن وقت ما عرفت طريقة تجديد الهواء فى المراكب والنظافة الدائمة

قص عدد الامراض الناشئة عن الاسفار البحرية الطويلة تقصاينا حتى
 ان عدة امراض مثل الاسكربوط قدت بالكلية من المراكب
 وتستعمل ايضا آلات تجديد الهواء في عمى المعادن وفي السجن وسكنى الناس
 في المحلات المقفولة على الدوام احد الاسباب للامراض المعدية مثل حيات
 السجن والטיפوس التي تنتشر فيما بعد بين العامة بطريقة مفزعة مهولة
 وفي الولايات التي تكون فيها قوانين صحة الانسان محترمة مراعى فيها الخواطر
 ولو في حق المذنبين خصوصا المتهمين الذين لم يثبت عليهم شئ فان لهم ان
 يستعملوا جميع الوسائط لتجديد الهواء في السجن على الدوام
 ومن المهم ايضا تجديد هوا الاستباليات بطريقة صناعية حيث ان الاحتراس
 لازم بالخصوص فيما اذا كانت بجلة من المرتضى مجمعة في محل واحد في الجزء
 الاعلامن الشبايك تصنع منافذ صغيرة تمكث مفتوحة مدة الليل لكي تخرج
 منها الغازات المضرة التي هي اخف من الهواء الجوى وكذلك تفتح في الالواح
 التي يوضع عليها القروش فتحات صغيرة تخرج منها الغازات المضرة القاقلة التي
 هي اقل من الهواء الجوى فبتأثير ثقلها الطبيعي تخرج من تلك المحلات
 وللفتحات التي تتركب من الاختاب المتساوية الطول المائلة على حدسوى
 (المسماة بالمقف) فائدة عظيمة في تحليل قوة الهواء وتوجيهها جهة الجزء الاعلا
 من الاماكن وتجديد الهواء في المحلات التي تغلقها هذه الفتحات
 ومن المستحسن استعمال بجلة من الاشياء التي ذكرناها انما لاجل تجديد هوا
 الجوى في محلات الملاعب وفي الجمعيات العامة والمحلات المعدة للمواسم والرقص
 ولساير انواع الملاهي
 وقد يتسبب عن كثرة الحريق في هذه المحلات فقد الهواء الجوى فلذلك يلزم
 استعمال جميع الوسائط لاستعواض هذا الهواء الفاسد بسبب اخريق
 وتنفس جميع المتفرجين ولهذا الاستعواض فائدتان الاولى انه يعطى لكل
 شخص الهواء الصافي النافع للتنفس والثانية انه يقيس ارتفاع الحرارة في آن
 واحد التي تزيد بكثرة الحريق والتنفس

ولم نترك هذا الغرض بدون ان نسلم على آلة صغيرة لتجديد الهواء تعلق بعض الاوقات في وسط لوح مربع من زجاج وهي كناية عن دائرة ثابتة تدور في وسطها طارة تكون خطوطها مائلة مسطحة مثل الاجنحة الطاحونة واياما كان اتجاه الريح فانه يضعف قوتها في كل جناح من هذه الاجنحة المائلة ويدور الطارة بسرعة كبيرة على مقدار قوته ولا يمكن اجراء هذه الحركة بدون ان يمر الهواء في وسط الاجنحة ويدخل في المحل

واعظم الاستعمالات المهمة باتساعها وبعمق نتائجها في المحل هي استعمال قوة الهواء في الملاحة فاذا اعتبرنا ملة كاملة الانكليز التي تستعمل ١٦٠٠٠٠ رجل في ملاحتها التجارية و ٢٠,٠٠٠ رجل في ملاحتها الجهادية الذي يكون مجموعهما ١٨٠٠٠٠ رجل بجارة من غير ان ندخل في ذلك عدد الصيادين والمسافرين الصغار الذين يجاورون البرور في السير فترى ان كل واحد من ١٨٠٠٠٠ رجل يحدث بمساعدة الهواء ١٥٠٠٠ كيلو غرام مع انه لا يحدث بقوته سوى ٦٠ او ٧٠ كيلو غراما ولا يمكنه ان يجر على عربة سوى ١٥٠ او ٢٠٠ كيلو غرام بالاكثرفاذن يكون فرق ٧٠ و ١٥٠ وفي الاكثر ٢٠٠ كيلو غرام الى ١٥٠٠٠ كيلو غرام هي القوة الزائدة على قوته بسبب الهواء ونجد ايضا ان قوة الهواء تضيف الى قوة ١٨٠٠٠٠ رجل بجارة القوة اللازمة لقل ٢,٠٠٠,٠٠٠ و ٦٦٤,٠٠٠ كيلو غرام الى المسافة المتوسطة المتعلقة بالسياحات التي تقطعها السفينة في مدة سنة كاملة وهذه اعظم نتيجة من البارى (سبحانه وتعالى) على الملاحة في مملكة واحدة ولكن من سوء محنت القرن ساوية لم يكن للتجارة والملاحة في فرنسا تقدم كما في بريطانيا الكبرى فهذا لا يمكن اهم ان يستعيروا من الطبيعة مقدارا جسيما من القوة الطبيعية لاجل استعمالها في نقل المحصولات التجارية وهذا تاخر عظيم في الامول وسبب مضر بعامة الاهالى وبقوة المملكة بالنسبة للملكة الانكليز


وبعد ما بينت لكم فائدة تطبيق قوة الريح على الملاحة لو اردت ان ابين لكم استعمال هذه القوة في المراكب على اختلاف اشكالها تفصيلا على حسب تنوع القلوع والصورى لقلت انه يلزم لتوضيح ذلك مجلد كامل يحتوى على جميع تلك التطبيقات وانما اكتفيت بان اعرفكم ان الملاحة بواسطة قوة الريح المتحركة في اتجاه واحد يصلون بمعرفتهم الى التقدم وليس ذلك اتجاه الريح الطبيعي فقط بل انه يمكنهم التبعاعد على حسب معرفتهم عن هذا الاتجاه لكي يصنعوا معه زاوية صغيرة ثم زاوية حادة ثم زاوية قائمة ثم زاوية منفرجة وذلك لكي يصعدوا عن اصل الريح ويصنعوا مع اتجاه الريح زاوية اكبر من الزاوية القائمة ومتى صنعت السفينة مع اتجاه الريح الطبيعي الزاوية الكبرى وكذلك الزاوية الصغرى مع الاتجاه المخالف فيقال انها تسافر بقرب الريح اعني انها تقرب من اصل الريح ما يمكن

فبناء على ذلك اذا وضعت سفينة في اتجاه واحد مثل الخط المستقيم الممتد من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها وكان التقدم في الاول فانها تتبع اتجاه الريح وتحول الشوارع عموديا على هذا الاتجاه واذا كانت تلك الشوارع منتظمة مثل السفينة بالنسبة الى السطح العمودي المار من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها فلم يكن داع الى تحويل السفينة من اليمين اكثر من الشمال بالنسبة الى اتجاه الريح وبالجمله فانها تتبع نفس هذا الاتجاه وذلك هو السير المستقيم المسمى بالريح الخلقى

واذا فرضنا الان تدوير الدفة بواسطة الجرار الى جهة ما في الحال تدور السفينة في الجهة المخالفة وتأخذ طريقا مائلا تتعلق باتجاه الدفة وباتجاه الشوارع فلو كانت قوة الريح تشتغل في جميع الاحوال عموديا على قلع من القلوع لكانت تنقل في اتجاهها الخاص دفعتها الى الصارى والى السفينة ايضا واذا كانت قوة الريح تؤثر من جهة في ذلك القلع فانه يلزم تقسيمها الى قسمين احدهما في جهة التلع الذي لا يحدث شيئا بالكلية والاخر في الجهة العمودية التي تحدث للصارى والسفينة قوة عظيمة

وفي الاتجاه القريب يكون المقدم اقرب من اصل الريح من المؤخر وتكون
 القلوع مائلة اكثر من السفينة بالنظر الى اتجاه الريح واذا طرق الريح هذه
 القلوع فانها تنقسم الى قسمين كما ذكرناه انفا وتنقسم القوة المؤثرة المتمركزة
 عموديا في القلوع الى قسمين آخرين أحدهما يكون عموديا على عرض السفينة
 ويدفعها عموديا على هذا العرض وهذه حركة تدل على صلابة عظيمة
 ولهذا السبب تكون ظاهرة قليلا والقسم الثاني يكون متجها بالتوازي على
 طول السفينة ويحصل له مقاومة ما كبيرة كانت أو صغيرة وبالجمله فانه يقدم
 السفينة في هذه الجهة اكثر من تأخيرها اياها في الجهة المعترضة ولهذا السبب
 تقدم السفينة مع هذا التأخر الذي يسمى بالاعتراف جهة اتجاه الريح لكن
 هذا التقدم انما يكون بالميل فعلى ذلك اذا اراد الانسان الانتقال من محل الى
 اخر مع تتبع خط مستقيم مواز لاتجاه الريح والصعود لنصب هذا الاتجاه
 فيجب عليه قطع خط مكسر في الجزء الاول بعيد بقدر الامكان عن الخط
 المرسوم على مقتضى اتجاه الريح ومتى وصل الى ارتفاع وسط هذا الخط الاخير
 وغير طريقه لكي يأخذ اتجاه آخر مخالفا لاتجاه الريح لكن من جهة اخرى
 فان هذا الاتجاه الجديد يوصل بالضرورة الى الطرف الثاني من الخط الذي
 ارتحل منه فلهذا يمكنه في البحر بواسطة خطين أو أربعة أو ستة وهم جزرا
 الانتقال من محل الى آخر باليسر ضد اتجاه الريح
 وايا كانت صورة القلوع فانها تكون على حد سواء في نقل قوة الريح لتحريك
 السفينة فبناء على ذلك اذا كان القلع مثلثا ذا اسطح متساوية فان مركز ثقله
 يكون اعلى من مركز ثقل القلع المربع الذي تكون قاعدته واحدة وبالجمله فان
 هذا المركز في القلع المثلث يكون موضوعا اعلى ثلث الارتفاع واما في القلع المربع
 فانه يكون موضوعا في وسط هذا الارتفاع وخلاف ذلك يكون خط استعمال
 قوة الريح في القلوع المثلثة اكثر من استعمالها في القلوع المربعة وللقلوع
 الضيقة المستعملة بالخصوص في المراكب التي تسافر في البحر الابيض المتوسط
 منفعة عظيمة وهي كونها تبص في العلو برأسها وتجلب نسيمات الريح القليلة

التي تظهر في اعظم فصل من الفصول في فم الاودية العديدة التي تظهر للملاحين في الارض الجبلية من سواحل البحر الابيض المتوسط في اسبانيا و فرانساً و ايطاليا و قرصقة و سردينيا و بلاد اليونان ولكن هذه القلوع اقل سهولة في الحركة و اقل موازنة لثبات السفن كما ذكرنا من القلوع المربعة فلهذا ترى ان مراكب البحر الابيض متى سافرت في بحر صعب مثل لوقيانوس تجرد عن قلاعها المثلثة وتستعوض القلوع المربعة

وعند استعمال السفن الكبيرة يلزم زيادة عدد القلوع فيما تلتا ليكون كبرها غير مناسب لقوة الناس الذين يشتغلون فيها وليس هذا بالنسبة للاوقات العلية فقط بل في اثناء القرطونات المهولة جداً كذلك وهذا هو السبب الاصلى الباعث على استعمال اثنين أو ثلاثة أو اربعة من الصواري العمودية بالتوالي بقطع النظر عن الصارى المائل الموضوع على مقدم المركب وهذا هو الباعث ايضا على قسمة كل واحد من هذه الصواري الى جزء أو ثلاثة أو اربعة مع الاستئلال و  كل واحد منها يحمل قلعته مع الراية الخارجية التي توضع في اليمين او الشمال ويمكن قلعها واخراجها على حسب الادارة و بقطع النظر عن هذه القلوع توضع فيها قلوع آخرة مفصلة على صورة المئات او شبیهه المخرف بين الصواري العمودية وبين الصارى المائل الموضوع على المقدم الذي يسمى بصارى مقدم السفينة

وهذا من الفنون الصعبة المحتاجة لكثير من التجارب وامعان النظر مهما امكن وهو الذي يعرف به الانسان في كل وقت من الاوقات ما القلوع التي يصلح استعمالها لاجتباء ما من الريح و لسيار السفينة في هذا الاتجاه وكذلك يعرف وضعها بالنسبة لاي اتجاه من الريح وما القلوع التي يلزم ابطاؤها على العكس من ذلك لاجل المداومة على الطريق المعلوم لاجل تغييرها بشروط محددة ومعرفة هذا الفن مختصة بضباط المراكب الحربية والتجارية لانه يستدعي كثيرا من المعارف النظرية والعملية

وفي كثير من الآلات تستعمل المقاومة التي تحصل للأجسام عند تحركها في الهواء مثل المدبر الذي يمنع الآلة عن أخذ السرعة المضرة في سيرها واعظم مثل يضرب من هذه التطبيقات هو طيران عدة من آلات تدوير السياخ وهذا الطيران يكون مريكامن طارة موضوع على محيطها عدة الألواح معدنية صغيرة يكون سطحها المستوى المار بمحور الطارة عموديا على اتجاه حركة هذه الألواح وقت تحرك الطارة ومتى كانت حركة هذه الطارة بطيئة جدا فان المقاومة التي تحصل لهذه الألواح من جهة الهواء لا تظهر الا قليلا ثم تزداد بدرجات سريعة عند ازدياد سرعة الطارة واذا عبرنا عن درجات السرعة بهذه الأعداد

اعني ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤٠، ٤١، ٤٢، ٤٣، ٤٤، ٤٥، ٤٦، ٤٧، ٤٨، ٤٩، ٥٠، ٥١، ٥٢، ٥٣، ٥٤، ٥٥، ٥٦، ٥٧، ٥٨، ٥٩، ٦٠، ٦١، ٦٢، ٦٣، ٦٤، ٦٥، ٦٦، ٦٧، ٦٨، ٦٩، ٧٠، ٧١، ٧٢، ٧٣، ٧٤، ٧٥، ٧٦، ٧٧، ٧٨، ٧٩، ٨٠، ٨١، ٨٢، ٨٣، ٨٤، ٨٥، ٨٦، ٨٧، ٨٨، ٨٩، ٩٠، ٩١، ٩٢، ٩٣، ٩٤، ٩٥، ٩٦، ٩٧، ٩٨، ٩٩، ١٠٠ فان هذه الأعداد تدل على المقاومة الحاصلة من هذه الألواح بالنظر الى عدم حركة الهواء ويمكن ان نستنتج من هذه الآلات عدة تطبيقات وسنبينها تفصيلا فتقول

ان قلوب السفينة تحدث تأثيرا يشبه الطائر لكي يمنع اضطراب المركب وانقلابها ويكون هذا الانقلاب اعني الحركة التي تعمل على مقضى محورا فني متجه من المؤخر الى المتقدم كبير امتى كانت تلك القلوب متجهة في سطح عمودي على هذا المحور أعني في سطح حركة الانقلاب فينتد لا يحصل من هذه القلوب مقاومة لتلك الحركة دائما ثم اذا مالت القلوب ونشأ عنها سطح كبير بالنظر لاتجاه حركة الانقلاب فانها تكون مطروحة بكمية كبيرة من الهواء وتقاوم شيئا فشيئا اذا حصل الانقلاب وبالجملة فان هذا الانقلاب يقل شيئا فشيئا وهذا ما يرى بالمحسوس اذا كانت القلوب محولة جهة المشرق بحيث ينشأ عنها سطح كبير في الجهة المتحدرة وتنضم على حين غفلة في الوقت الذي يرمون فيه الهلب ويقطعون السير وهذا هو الزمن الذي تؤذى فيه مضرات البحر الناشئة عن حركات السفينة وانقلابها الناس الذين ليسوا متعودين على هذه الحركات

وأعظم استعمالات قوة الريح وأكثرها فائدة هو استعمالها في طواحين الهواء
وتستعمل قوة الريح أيضا في دفع الطارات ذات الاجنحة الكبيرة وتسمى هذه
الطارات بطواحين الهواء

ومن المعلوم ان مثل هذه الآلة الميكانيكية لا تصلح للاشغال التي لا تستلزم
المدامة على درجة واحدة من القوة والسرعة والتي يمكن وقوفها عدة أيام
بلا ضرر متى كان الريح ساكنا ويختلف هذا الضرر مع وجود الوفر الممكن
في استعمال الريح عن استعمال عمليات الورش والفبريقات الكبيرة كالقوة
المتحركة في جميع العمليات

ولكن يمكن استعمالها في العمليات الغير الضرورية التي لم تكن محتاجة للعمل
مع الانتظام الدائم وهناك ضرر آخر في استعمال قوة الريح وهو عدم امكان
استعمالها في جميع الاماكن مثلا يلزم وضع الطاحونة على بعض التلويح
او في السهول المتسعة على قدر الضرورة او في الاودية العريضة المتسعة ايضا
ولا توضع تحت ارتفاع الغابات المرتفعة بحيث يمكن للريح الوصول الى اجنحتها
بلا مانع من أي اتجاه كان

وهذا الاستعمال الاصلية التي يستعملون بها قوة الهواء تستعمل لطحن
الحبوب وعصر الزيت واستخراجها من بعض البزور وسحق قشر شجر البلوط
الذي يستعملونه للدغ ونشر الاخشاب وبالجملة تستعمل لرفع المياه المعينة للسقي
اولئح المياه التي تغرق اى ارض وتنشيفها بهذه الطريقة
واول استعمال طواحين الهواء في بلاد المشرق ثم انتقل منها الى بلاد اوربا
في اواخر حرب الصليب

فالدمية المكعب من الهواء الخالص من الماء حال اعتدال حرارة الثلج
الذائب وضغطه بعمود معلوم من الزيت قدر ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا
يزن غراما واحدا $\frac{3}{1}$

وبالبحث عن قياس قوة الريح بالتجربة وجد ماريوت انه اذا كان مقدار

متر

السرعة ٨٩٨، ٣ في كل ثانية فانه ينشأ عنها قوة دافعة تساوى
 ١٧٩ غراما على سطح متحرك ارتفاعه ١٠٥٠ سنتيمتر بعدا
 وقد عمل بوردا و بورس عدة تجارب في هذا الغرض ايضا فاعطوا
 باستنتاجهما ان قوة الهواء الدافعة تكون مناسبة لتربيع سرعة الهواء
 في زمن مفروض ويسهل معرفة ذلك حيث ان كل جزء من الهواء المقوى
 بسرعة كبيرة يتجدد عدة مرات بقدر كبير السرعة

وقد ترداد المقاومات التي تحصل للهواء من السطوح المتنوعة في نسبة كبيرة
 كنسبة تلك السطوح فعلى مقتضى تجربة بوردا السطوح المربعة التي تكون
 اضلاعها ٤ و ٩ وسطوحها ١٦ و ٨١ تقاوم قوة الهواء
 في نسبة ١٦ الى $\frac{1}{4}$ ٩٤ وهذه النتيجة الاخيرة تبين لنا ان لم يكن
 هناك مانع ان السياحة تكون اوفق مع القلوع المتسعة القليلة العدد من
 القلوع الصغيرة الكثيرة العدد الدالة على هذا السطح

ومتى تحرك الهواء على السطوح بالاغراف فنقسم قوته كما ذكرنا ولا بعد
 منها سوى الجزء المستقيم عموديا على سطح القلع وقد ينشأ عن متوازي اضلاع
 القوى نتيجة صحيحة جدا اذا قبلنا قوة الهواء العمودية بالقوى الناشئة عن
 اتجاه الريح التي تصنع مع سطح القلع زاوية منحصرة بين ٣٠ و ٤٥
 درجة كما بينه بوردا بطريقة العملية وقد تظهر لنا التجربة ان قوة الهواء
 تكون كبيرة اذا كانت تحرك على سطح مستوا اكثر مما اذا كانت متحركة على
 سطح يكون تحديه مخالفا لاتجاه الريح

ويوجد من طواحين الهواء نوعان تنصب في احدهما اسطحة مستوية على
 محيط طارة اقصية ونسبى هذه الطواحين لهذا السبب طواحين اقصية وهي اقل
 فائدة من الطواحين التي تكون فيها قوة الهواء موضوعة على الاجنحة التي
 يتكون عنها خطوط طارة رأسية وهذه الطواحين الاخيرة هي التي
 نحن نصددها

ومع ذلك ينبغي ان اذكر طوبى اقضية عظيمة رأيته في انكلترة بقرب لنندرة
 وبيان ذلك ان تصور سوراكيرا شامخا مستديرا ينشأ عن محيطه جملته من
 الفتحات العمودية المائلة التي يمكن مقابلتها بفتحات الطاقة الموضوعة على
 محيط الاسطوانة وايضا كان اتجاه الريح فانه يدخل بين ربع من الفتحات
 ويتقدم في داخل السور مع اتجاهه يتحرك على الدوام في جهة واحدة وعند
 دخوله بهذه الطريقة فانه يصادف قلوفا منتصبه بالتوازي على اضلاع
 اسطوانة السور ويدفعها دائما الى اتجاه واحد وبهذه الكيفية تدور
 الطاحون وبعد ذلك يخرج الهواء من فتحات متنوعة من الجهة المقابلة
 للريح

ولتسكلم الآن على وصف الطواحين ذات الاجنحة العمودية فنقول انه لاجل
 ان يتلقى هذه الطواحين دفعة الريح من جميع الجهات يلزم ان نجعل سطح
 الاجنحة المستوي العمودي في اتجاه عمودي على اتجاه الريح فلذلك يكون
 العامود الافقي الذي يحمل هذه الاجنحة مثبتا فوق السور مع السطح على آلة
 مستديرة بها يتيسر الدوران في جميع الجهات بواسطة رافعة كبيرة يقرب
 طرفها قريبا من الارض ويدفعه الصانع بيديه لكي تصنع الاجنحة في اتجاه
 مناسب او كما قيل يمكنه تدوير الطاحون دورانا مناسباً

ومن الطواحين الانكليزية يرى شكل ١ لوحة ٦ طارة صغيرة تكون
 اجنحتها متجهة في مستوعامودي مار بمحور الطاحون الرأسي ومتى بعد الهواء
 عن هذا المستوى العمودي فانه يؤثر في اجنحة الطارة الصغيرة التي تنتقل
 حركتها الى قضيب ت والى طارات زاوية ر و ر و ض و ض وتكون اسنان ض
 موضوعة على حلقة كبيرة مستديرة متصلة بالجزء
 الاعلامن الطاحونة وهذا الجزء يدور على بكرات ر و ر التي تجري
 على كفة مدورة موضوعة على الجزء الاسفل من الطاحون وشكل ٢
 يبين لنا مستوى جزء الطارة المستديرة التي هي ض ض العشق

مع ض

وقد تتخلص الاجنحة المحركة التي هي ١١ شكل ١ لوحة ٦
عن القوة بنفسها بتركيب عجيب متى كانت قوة الهواء قوية وكل جناح من
هذه الاجنحة يكون مكونا من صاعدين مثل م م الذين تسحب
عليهما مساند ل ل و ل التي هي مساند ملفات ر ر التي تلف عليها
القلوع ذات الثلاث زوايا وهناك زرار مغلوق مثل ت ت مثبت على
مساند ل ل و ل من اسطوانات كل جناح وقد تكون رأس ١ التي هي
مغلقة ت ت مغلقة على طرف رافعة مثل ا ر ت المقاسة بالذراع
وقضيب د د المستقيم في حرف د عند ما يخرج يقرب من د

ومتى تجاوزت سرعة الاجنحة بعض حدود فان القوة البعيدة عن المركز تدفع
مساند ل ل و ل الى الخارج وفي هذه الحركة تدور الرؤس التي يحمل لها
محور كل ملف من ملفات ر ر عند احتكاكها بجزء ف ف الثابت
الملفات بحيث تضم القلوع شيئا فشيئا وفي آن واحد تباعد قضبان ت ت
المغلقة ا من د وتدخل د د ثانيا عند ما يقل الجزء والمستقيم المعبر
عنه بحرف د حركته الى طارات زاوية ثمة والى بكرة ش
الكبيرة التي ترفع الميزان وعند ما يقل الريح فالميزان ينزل ويجبر القلوع على
الانفراد ثانيا

ويكون شكل ٣ مسطعا عموديا كبيرا التركيبه من روافع ا ر ت

شكل ١ ومن اربع اجنحة حول قضيب د د

ويكون شكل ٤ هو مستوى الملف ذي القلع ويرى فيه كيفية ضبط محور

الملف من اطراف دوارنه على رأس غ

وفي شكل ١ قطارة زاوية س س هي التي تقل قوة الريح الى تركيب

آلة الطاحون المخصوصة

وشكل ٥ هو مسقط جناح فلنكي على سطح ممتد من عامود ١١ الذي

يحمل الاجنحة من وسط طول الجناح الاصلي المعبر عنه بحرف ح ح

ولا يتحرك الهواء في اتجاه افقي الا نادرا ولهذا السبب ظهر لنا بالتجربة

اتنا اذا اردنا نحصيل اعظم نتيجة من قوة الهواء يلزم ان نحمل العامود الذي يحمل الاجنحة من ٨ الى ١٥ درجة ولا نجعله اقربا اصاله فاذا كان كل واحد من الاجنحة في مستوراى على العامود فان قوة الهواء عند هذه الاجنحة لا يمكنها تدوير العامود فعلى ذلك يلزمنا ان نعطي هذه الاجنحة ميلا يكون واحد الاجنحة لكى تتبع القوة المنقسمة مستوى جميع الاجنحة وتدور العامود فى جهة واحدة

وقد عمل اسمائتون المهندس الانكليزى المشهور عدة تجارب فى قوة الهواء وقد علمنا لما انها تحدبنا نتجها مع قسيها كولو بم فى طواحين الهواء الكبيرة ولاجل زيادة الاقظام فى تجاربه ربح تحريك الطاحون حيث اعطى لها اندفاع قوة الهواء المشهورة فى سكوت ريش فضلا عن كونه يعطى للطاحون قوة الهواء المستقيمة الذى يتغير فى كل وقت فهذه الطريقة كان متصفا من السرعة التى كانت تحرركها الاجنحة فكان يلف على العامود الافقى الذى يحمل الاربع اجنحة المفروضة فى التجربة حبلا يعلق فى طرفه كفة يضع فيها اثقالا حسب ارادته وكان شغل هذه الاجنحة محصورا فى دفع هذه الكفة بسرعة ما كبيرة او صغيرة فى زمن معين فابتداء اسمائتون بالبحث عن درجة الانحراف التى تصلح للاجنحة المستوية فعرف ان الثقل اللازم لتوقيف حركة الاجنحة المائلة ٣٥ درجة يفوق الثقل اللازم لتوقيف حركة اجنحة اخر مائلة على خلاف ذلك المتحركة بنفس السرعة المتقدمة

وعلى موجب تجارب اسمائتون يلزم لتحويل الاجنحة ذات البعد المقروض فى زمن معلوم مع الاقظام اكبر قوة ممكنة ان يكون ميلها من ١٥ الى ١٨ درجة ففائدة هذه الطارة بالنسبة الى الطارة التى ميلها ٣٥ درجة تكون فى اعظم نسبة من ٤٥ الى ٣١ وعمل هذا المهندس ايضا تنبيهها يدل على ان الميل المحصرين ١٦ و ١٨ يختلف قليلا من النهاية الكبرى المطفة وهواته اذ اردنا واقتصنا ميل الاجنحة بدرجة او بدرجتين فلا ينتج عنها الاختلاف قليل من النتيجة الكلية بالنظر الى النتيجة العظمى

وقد وضع مسيو اسمياتون في التجربة الاجنحة التي يكون سطحها شماليا عرضا عن كونه مستويا وما يلا قليلا مع التدريج بشرط ان نقطة الجناح التي يقاس فيها هذا الميل تكون بعيدة عن المحور فلم يجد في ذلك منفعة ~~اصغر~~ من استعماله الاجنحة المستوية

واما البنايون الفلنكيون فانهم يعملون بعكس ذلك بعضا من اجنحتهم بشرط ان يعد هذا الجزء من المحور وهالك جدول لا يشتمل على ميل عدة اجزاء من الاجنحة جهة المستوى الذي تعمل فيه حركة الدوران وهذه الانحرافات المعينة بتجارب اسمياتون هي التي يعتقد عليها

الزاوية المصنوعة مع سطح الحركة

درجة

١٨	١٩	١٨	١٦	١٢	$\frac{1}{2}$	٧
$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{7}{4}$

من طول القطع عند ما يعد من المحور

وبنشأ عن الطواحين العظيمة فلذلك القرنساوية التي استتجها كلوب نتائج مثل النتائج التي استتجها اسمياتون ومع ذلك فلي بعض اجزاء الجناح يتغير من ابتداء النقطة الموضوعة قرب المركز الى النقطة البعيدة عنه من ٣٠ درجة الى ١٢ درجة في بعض الطواحين والى ٦ في البعض الآخر

ثم ان اسمياتون لما غير عرض الاجنحة وجد انه يلزم لانه لا اعظم نتيجة يمكن تحصيلها ان يكون الجناح العريض ما يلائم زاوية كبيرة ورأى ايضا ان الجناح الذي يكون عريضا من الطرف اكثر من المركز يكون احسن من الجناح القائم الزوايا وبالنظر للاجنحة ذوات الاسطحة المتساوية تكون صورة شبهه الخرق اوفق

وقال اسمياتون ايضا اذا تجاوز ازدياد سطح الاجنحة هذه الحدود فان

مضرته تكون اكثراً من نفعه وذلك أن الهواء لا يجده مساقاة كافية يخرج منها بعد قرع هذه الاجنحة

واراد ان يعرف بالتجربة نسبة سرعة الاجنحة التي تدور بحسب الارادة من غير شغل ونسبة سرعة الاجنحة التي تحدث شغلا كبيرا فوجد نسبة هذه السرعة على العموم من ٣ الى ٢ اعني اذا كانت الاجنحة تدور ثلاث مرات مطلقا اي بدون شغل في زمن مفروض فالاجنحة التي تدور في نفس هذا الزمن وتحدث شغلا كبيرا لا تدور سوى مرتين وفي الطاحون الواحدة يكون الشغل مناسباً على العموم لسرعة الريح فلذا اذا كانت سرعة الهواء متضاعفة مرتين او ثلاثة اواربعة فان الاجنحة تستغل بسرعة متضاعفة مرتين او ثلاثة اواربعة كذلك وهم جراً

وبالجملة فان الشغل الناجي عن الطاحون في زمن مفروض يكون مناسباً لتربيع سرعة الريح

وقد اثبتت ملحوظات كولومب على طواحين فلنك فرانسا ان النتيجة واحدة تقريباً في اكثر من خمسين طاحوناً بفرقة بقر مدينة ليل وموضوعة في محل واحد ولوان هذه الطواحين مختلفة البناء ومختلفة قليلاً في ميل العمود الحامل لهذه الاجنحة وفي وضع هذه الاجنحة ايضا وهذا ما يثبت ان هذا الجنس من البناء يلزم ان يكون قريبا جداً من النتيجة العظمى ولم تتجرب في التفاصيل الكبيرة التي تخص التجاريب التي ينشأ عنها معرفة النسبة النافعة بين وضع اجنحة الطاحون وابعادها بل اكتفينا بالحالة ذلك على كتب الخبرين المشهورين الفرنسيين والانكليز الذين سبق ذكرهما

وهالك الشغل السنوي الناجي عن طواحين فلنك على مقتضى تجاريب كولومب وهو أن تعصر عصارة الزيت اربع مائة برميل في السنة المتوسطة ووجد ان هذا الشغل يوافق لشغل ثمان ساعات في كل يوم مدة ايام السنة بأن يحدث قوة ٣٤٧٢٨ كيلو غراماً من فوعة الى متر في كل دقيقة

مثلا اذا اخذنا وحدة لقياس الديناميكة واحد مليون من الكيلوغرامات
اي القيرميل مرفوعة الى متر واحد يحصل معنا الشغل اليوى $\frac{2}{3} 16$
دينام يزداد عليها سدس بالنسبة للاحتكاكات
ولاجل تحصيل هذه النتيجة يلزم واپور المعلم واط الذي يجزئه ثلاثة من الخيل
ومق طبقا قوة الهواء على طعن الخيوط فيجد انه يلزم قوة واحدة لطعن
١٠٠٠ كيلوغرام من القمح وعصر $\frac{1}{3}$ براميل من الزيت وهذه القوة
تساوى $\frac{1}{4} ٥$ دينام

• (الدرس الثاني عشر) •

• (في الكلام على الحرارة) •

قد تنتقل الحرارة تارة من الاجسام الاجنبية الى الاجسام البشرية فتحدث
فيها الحرارة وتارة تكون بالعكس بمعنى انها تنتقل من البشرية الى الاجنبية
فتحدث فيها البرودة ولم يكن هذا الانتقال بين الاجسام البشرية والاجسام
الاجنبية فقط بل قد يكون بين جميع الاجسام الطبيعية ايضا وينشأ عنه
للصناعة حوادث فيها منفعة عظيمة جدا

ومتى زادت حرارة المادة زاد حجمها وبالعكس والعكس وبهذا انقاص الحرارة
بالآلات وتغير الاجسام ذات الشكل المحدد بحيث يسهل قياسها ونظير بحاسة
البصر وذلك كالآلات الترمومتر اى يوزان الحرارة والبرودة التى سنستكلم
عليها ولنبحث الآن عن القياس كيف صار عا ما لحرارة الاجسام فنقول

انه لاجل انتقال كيلوغرام من الماء من حرارة الثلج الذائب الى حرارة الماء
المغلي يلزم اخذ كمية من الحرارة قاعده لجميع الاقيسة ونسميها بجزء المائة
من هذه الكمية وتقسم الى مائة درجة احوال الحرارة واعندال الماء الذى له
فى كل كيلوغرام ١ و ٢ و ٣ و ١٠٠ حد اى جزء واحد من الحرارة
وانظر الان لكل درجة ما يلزم من ازدياد الحرارة بالنسبة الى الشكل المتشور
او الاسطوانى الذى يعبر عن طوله بعدد ١٠٠٠٠٠٠٠ وهالجدولا
يبين ذلك

٠١٠, ٧٩	بولاد غير مسقي
٠١٢, ٤٠	بولاد مسقي اصفر مكوي الى ٦٥ درجة
٠١٩, ١٠	فضه
٠١٩, ٠٩	فضه بعمار باريس
٠١٧, ١٧	نحاس
٠١٨, ٧٨	نحاس اصفر
٠١٩, ٣٨	قصدير الهند
٠٢١, ٧٣	قصدير كورنومال
٠١٢, ٢٠	حديد لطيف مدقوق
٠١٢, ٣٥	حديد مدقوق مسجوب
١٨٤, ٧٧	زئبق
٠١٤, ٦٧	ذهب السفر
٠١٥, ٥٢	ذهب بعمار باريس غير مكوي
٠١٥, ١٤	ذهب بعمار باريس مكوي
٠٠٨, ٥٧	پلاتين اي ذهب ايض (على حسب تجربه بوردا)
٠٢٨, ٤٨	رصاص
٠٠٨, ١٢	فلنتجاوس انكليزي
٠٠٨, ٧٢	زجاج فرنساوي مع رصاص
٠٠٨, ٩٧	انبوبة من الزجاج بدون رصاص
٠٠٨, ٩٠	مرآة جوان المقدس
وهذا الجدول يرى الانبساط الكبير الذي يحصل في الزئبق والانبساط القليل الذي يحصل في الزجاج وعلى هذين الخاصيتين المختلفتين خاصتي الزئبق والزجاج تاسست الترمومتر	
فاذا تصورنا انبوبة اسطوانية بالكيفية ينتهي طرفها بكرة مجوفة ذات قطر اكبر من قطر الانبوبة وفرضنا ان قطر الكرة يساوي قطر الانبوبة عشر	

مرات فان حجم الكرة يكون $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة أكبر من حجم الاسطوانة التي قطرها
 كقطر الانبوبة وطولها كطول قطر الكرة وبالجمله فان زيادات حجم قطعة من
 الزيت الذي يملأ اناءا كرويا تصعد في الانبوبة الى ارتفاع $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة أكبر
 مما يصعد الزيت اذا كان شاعلا في هذه الانبوبة ارتفاعا مساويا لقطر الكرة
 وبهذه الطريقة يعرف امتداد الزيت في كل درجة مئوية بمجرد النظر
 ويضعون علامات في اللوح الذي تكون فيه الانبوبة وكره الزيت متعشقتين
 تقسيمات تساوي درجات الحرارة المتنوعة من ابتداء صفر الى ١٠٠ درجة
 فما فوقها

وحيث ان الانبوبة وكرة الترمومتر ك بيتان من جوهر يقبل التمدد
 بالحرارة ويقتص حجمه بالبرودة فهذا التعبير يؤثر في المسافات التي يقطعها
 الزيت متى زادت الحرارة وتقصت ويتداركون خلال هذا الضرر بالطريقة
 التي يفعلونها والتي تقسم الترمومتر بالتدريج
 ومتى مرت الاجسام المختلفة التي ذكرناها في الجدول المتقدم بجميع درجات
 الحرارة التي يمكن تحصيلها فانه يرى ان جملة من هذه الجواهر تتبع سيرا مناسبا
 تقريبا وذلك كالزيت والزجاج والمعادن على العموم ماعدا البولاد المسقى
 ومع ذلك ينبغي لنا ان نلاحظ بان ك كل جسم من الاجسام الصلبة لا يمتد
 بالتسوية في عدد واحد من الدرجات من ابتداء النقط المختلفة على قياس
 الترمومتر

وبناء على ذلك فالاحسن ان نقول ان انبساط الاجسام يكون مناسبا بالدرجة
 لدرجات الحرارة التي تحصل لهذه الاجسام حيث انه يزداد بزيادة الحرارة
 فلذا كان انبساط المعادن من ٢٠٠ الى ٣٠٠ درجة اكثر من ١٠٠
 الى ٢٠٠ درجة وتصير هذه الزيادة خاصة مشهورة متى قرب الانسان
 من درجة ذوبان الاجسام ومع ذلك يمكن في عمليات الصنائع وفي تغيرات
 الحرارة الكبيرة ان نقول بلاخطاء ان تغير حجم الاجسام يكون مناسبا لعدد
 درجات الحرارة التي تكسبها هذه الاجسام او تفقدها

وربما كان الزئبق هو السائل الذي يظهر فيه اقل تباعد في التمدد مثلاً ما بين درجة واحدة ومائة درجة وبالنظر لهذا يكون الترمومتر الزئبق اعظم آلة يمكن استعمالها في ذلك واما تبساط الماء بين صفر ومائة درجة فانه يكون بعيداً عن الدلالة على هذا الاستظام الذي يدل على تمدد الزئبق وهذا ما بينه هذا الجدول الصغير المستخرج من كتاب فوسون

درجات الترمومتر	احجام الماء	اختلاف الاجام	الابسطات المتوسطة للدرجة
درجة			
١٠	١,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٦٨	٠,٠٠٠١٢٣
٥٥	١,٠٠٠٩١	٠,٠٠١٠٦	٠,٠٠٠١٩١
١١	١,٠٠١٩٧	٠,٠٠١٣٥	٠,٠٠٠٢٤٣
٦٦	١,٠٠٣٣٢	٠,٠٠٢٦٢	٠,٠٠٠٤٧٢
٢٢	١,٠٠٥٩٤	٠,٠٠٣١٤	٠,٠٠٠٥٦٦
٧٧	١,٠٠٩٠٨	٠,٠٠٤٩٦	٠,٠٠٠٤٤٧
٨٨	١,٠١٤٠٤	٠,٠٠٦١٣	٠,٠٠٠٣٦٧
٥٥	١,٠٢٠١٧	٠,٠١٦٠٠	٠,٠٠٠٧٢٠
٧٧	١,٠٣٦١٧	٠,٠٠٩٤٠	٠,٠٠٠٧٦٨
١٠٠	١,٠٤٥٥٧		

ثم ان الاجسام تنقسم ثلاثة اقسام صلبة كالاشباب والاحجار والبلور وهلم جراً سائلة كالزئبق والماء والزيت وهلم جراً غازية كالهواء الجوي والغاز الادرجيني وبخار الماء وغاز الحمض الكربونيكي وهلم جراً ويوجد عدة اجسام تنقل بزيادة الحرارة تارة من حالة الصلابة الى حالة السيولة وتارة من حالة السيولة الى الحالة الغازية وتتنقص الحرارة تنقل هذه الاجسام ثانياً من الحالة الغازية الى الحالة السائلة ومن السائلة الى الصلبة فمن هنا تظهر لنا الحوادث المشهورة التي سنظهرها بانتخاب احد الجواهر النافعة للصناعة كالماء واخذ مثلاً لذلك

واذا اخذنا كيلوغراما واحدا من الثلج فانه يبيع قانون جميع الاجسام الصلبة وامتدادها عند اتقائه بالدرجات العديدة التي تكون تحت درجات اعتدال الثلج الذائب واتقال حرارة قياسي الثلج المختلفين في الحرارة يعمل على حسب قانون الاجسام الصلبة العام فلذلك اذا وضعنا معنا كيلوغرامين من البرد او الثلج احدهما في درجة ١٠ والاخر في درجة ٢٠ تحت الصفر واخذت الاحتراسات اللازمة بحيث تكون الحرارة واحدة في هذين الجسمين فان الكيلوغرامين يصيران مرتفعين الى ١٥ درجة من هذه الحرارة بحيث ان احدهما يكتسب حقيقة عددا من الدرجات بقدر ما يفقده الاخر

وكذلك اذا مزجنا كيلوغرامين من الماء السائل احدهما مرتفع الى ١٠ درجات والاخر الى ٢٠ درجة فوق حرارة الماء المغلي فالمزج يصير مرتفعا الى ١٥ درجة فوق الحرارة

وايضا اذا خلطنا كيلوغراما واحدا من البخار في ١٠ درجات مع كيلوغرام من البخار في ٢٠ درجة فوق حرارة الثلج الذائب فان المخلوط في مسافة مساوية لكمية المسافتين المشغولتين بـ كيلوغرام البخار يصعد الى ١٥ درجة من الحرارة

واذا اردنا مزج كيلوغرام واحد من الثلج مع كيلوغرام واحد من الماء فمطبق ثم للقانون الذي ذكرناه اثر ولاجل أن يحدث امتزاج الكيلوغرامين كيلوغرامين من الماء في حرارة الثلج الذائب يلزم ان يكون كيلوغرام الثلج في صفر مع كيلوغرام الماء المرفوع الى ٧٥ درجة فوق الثلج الذائب

وبالجملة فلاجل ان الكيلوغرام من الثلج المرفوع الى درجة صفر يتقل الى كيلوغرام واحد من الماء المرفوع الى درجة صفر كذلك يلزم امتصاص ٧٥ جزء وهذه الكمية لم تعين بالترمو متر بالكلية وانما هي بالتضليل وتعلق بكون الماء ولهذا تسمى حرارة محققة اعني حرارة غير ظاهرة

وقد تحصل خاتمة مثل هذه الحادثة اذا اخذنا كيلوغراما من البخار ومن جهته

مع $\frac{1}{4}$ ٥ كيلوغرامات من الماء المرفوع الى درجة صفر قبنا على هذا يحدث الاختلاط بجملة تساوى $\frac{1}{4}$ ٦ كيلوغرامات مرفوعة الى حرارة ١٠٠ درجة اعنى مرفوعة الى درجة غليان الماء وجعله بخارا

فعلى ذلك يوجد بين كيلوغرام واحد من الماء في درجة ١٠٠ من الحرارة وكيلوغرام من البخار المرفوع الى نفس هذه الحرارة فرق كافى من الحرارة رفع $\frac{1}{4}$ ٥ كيلوغرامات من الماء في درجة صفر الى درجة ١٠٠ فلهذا يمكن ان يقال ان الكيلوغرام الواحد من بخار الماء يحتوى على ٦٥٠ جزءا اكثر من كيلوغرام الماء الذى يكون في درجة صفر من الحرارة وكذلك يقال ان الكيلوغرام الواحد من الماء المرفوع الى درجة صفر المشابه للثلج الذى يكون في درجة صفر ايضا تحتوى على ٧٥ جزءا زيادة ومعرفة هذه الكميات من الحرارة المنخفضة في الماء وفي البخار مهمة جدا لحساب نتيجة الآلات البخارية

وبعد ان بينا حوادث الحرارة التى يدل عليها الماء في احواله المختلفة من الصلابة والسيولة والغارية يلزم مقابلة الافعال المتشابهة الحاصلة من الحرارة على الاجسام الاخر فعلى ذلك اذا وضعنا كيلوغراما من الحديد او من النحاس او من الزئبق مع كيلوغرام من الماء المرفوع الى درجة واحدة فان جزء الحرارة لا ينتقل من جوهر الى اخر واما اذا كانت الحرارة مختلفة فلا شك ان جزءا من الحرارة ينتقل من الجوهر الدال على اكبر حرارة في الترمومتر الى الاخر ولكن درجة الحرارة العامة التى توجد بين الجوهرين ليست الحد الوسط الحسابى للحرارتين مثل ما اذا كان ذلك في كيلوغرامين من الماء وبناء على ذلك لم تكن كمية الحرارة المظروقة في الجواهر المختلفة واحدة بل انه يمكن تقويم هذه الكميات بالصحة اذا اخذنا حدة التشبيه كمية الحرارة اللازمة لرفع كيلوغرام من الماء السائل الى درجة واحدة وهذه الكمية تسمى بالماء المغلى ونرى ان هذه الجواهر الميئة في الجدول الآتى تغير من درجة الحرارة الى بعض كسور يستدل عليها بالعدد الآتى وهو هذا

اسماء الجواهر	حرارة نوعية نسبية	اسماء المؤلفين
ماء عادية	١٠٠٠٠	
نلج	٠٩٠٠٠	كروان
كبريت	١٠٢٠٨٥	لاوازيه ولاپلاس
حديد مدقوق	٠١١٠٠	لاوازيه ولاپلاس
فحاس	٠١١١١	جراوفورد
معدن المدافع	٠١١٠٠	رفور
نوتية	٠٩٤٣	جراوفورد
	٠١٠٢٠	ولك
فضة	٠٠٨٢٠	ولك
قزدير	٠٠٤٧٥	لاوازيه ولاپلاس
اتيمون (اي كل اصفهائي)	٠٠٦٤٥	جراوفورد
ذهب	٠٠٥٠٠	ولك
رصاص	٠٠٢٨٢	لاوازيه ولاپلاس
زئبق	٠٠٢٩٠	لاوازيه ولاپلاس
برنموت	٠٠٤٣٠	ولك
اكسيد اصفر من الرصاص	٠٠٦٨٠	جراوفورد
	٠٠٦٨٠	كروان
اكسيد الزنك	٠١٣٦٩	جراوفورد
الكحاس	٠٢٢٧٢	جراوفورد
جيرى	٠٢١٦٩	لاوازيه ولاپلاس
زجاج من غير رصاص	٠١٩٢٩	لاوازيه ولاپلاس
حمض ملح البارود	٠٦٦١٤	لسلى
	٠٦٢٠٠	
نقله النوعى ١٢٩٨٩		

للى	٠,٣٤٠٠	١,٨٧٢	حض الكبريت
لاوازية ولاپلاس	٠,٣٣٤٦	١,٨٧٠	
لاوازية ولاپلاس	٠,٦٠٣١	٤ اجزا	حض الكبريت
		ما خمسة اجزا	
جراوفورد	٠,٨٣٢٠	ملح طعام جزء واحد	
		ما خمسة اجزا	
لاوازية ولاپلاس	٠,٨١٨٧	ملح البارود جزء واحد	
		ما ثمانية اجزا	
للى	٠,٦٤٠٠	روح النبيذ مكرراى كؤل	
للى	٠,٥٠٠٠	زيت طيب	
قروان	٠,٥٢٨٠	زيت بزر الكنان	
قروان	٠,٤٧٢٠	زيت الترماتينة	
جراوفورد	٠,٥٠٠٠	زيت البالين	

وزى فى هذا الجدول امام الحديد المطروق عدد ١١ ، وهذا عميدل
على ان كيلو غراما واحدا من هذا الحديد متى برد بدرجة واحدة تقديكية
كافية من الحرارة لرفع $\frac{11}{100}$ درجة و كيلو غراما من الماء وزى ايضا اذا
انتقلنا من حرارة الى اخرى فان كيلو غراما واحدا من الماء يستدعى كمية
كبيرة من الحرارة اكثر من كيلو غرام من الجواهر الاخر المذكورة
فى الجدول المذكور

وبين لنا هذا الجدول ايضا الحرارة التى يأخذها مخلوط اثنين من الجواهر
التي توجد فيه مطلقا

واذا قسمنا كل واحد من اعداد هذا الجدول على ٧٥ فيحصل معنا ثقل
الثلج الذى يمكن اذابه ب كيلو غرام من هذه الجواهر بان يقعد درجة مئتين من
الحرارة ويبدو بان الثلج تقاس على العموم الحرارة النوعية للجسام بواسطة

آلة تسمى بالكالوريمتر نسب اختراعها الى كل من مسيو لاوازير
ومسيو لابلان

والى هنا عرفنا كيفية توصيل الحرارة الى اى درجة وبقى علينا ان نبين
ما يتحصل وقت احداث نفس الحرارة اى الاحداث الذى يمكن حصوله
بالاحتكاك او بالاحتراق ولما كانت هذه الطريقة الاخيرة اقوى وهى التى
تستعمل فى الاسات التى يراد فيها استعمال الحرارة كالقوة المحركة فى هذا
الشأن لم تعرض للتفاصيل التى تنسب للكيميا فيما يخص حادثة الاحتراق
الكلية وانما نكتفى بان نقول ان الهواء الجوى يكون مركبا من غازين
احدهما يسمى ازوت ولا يستعمل فى الاحتراق ويشغل فى ١٠٠
جزء حجم ٧٩ جزأ والآخر يسمى بالاكسين ويشغل ٢١
جزأ ويكون لازما للاحتراق

كيلوغرام

ثم ان مترا واحدا من كعبا من الهواء يزن فى حرارة صفر ١,٢٩٨ ر اعنى

كيلوغرام

كيلوغرام

١,٠٢٦ ر من الازوت و ٢٧٢ ر من الاوكسين فعلى ذلك يكون
الهواء اخف من الماء ٨٠٠ مرة تقريبا

وان الاحتراق الاصل الذى يستعمل فى الميكانيكا هو غم الارض أو غم حجرى
ثم غم الخشب والخشب نفسه ويمكن استعمال بعض جواهر أخرى وسنبين
الاصول منها المهمة كثيرا أو قليلا على حسب المنافع المتعلقة بأثمانها
وخواصها

وهذا جدول يشتمل على الحرارة الحاصلة باحتراق كيلوغرام واحد من
الجواهر المختلفة فنقول

المحترقات	كيلو غرام من التلج الذائب	ماء حار
غاز الادر و جين الصافي	٢٩٥	٢٢١٢٥
زيت طيب على حسب راي لا بلاس ١١١١٦ شرحه على راي رفقورد ٩٠٤٤	١٣٤	١٠٠٨٠
زيت سلجم مصفى	١٢٤	٩٣٠٧
شمع ابيض على قول المذكورين ١٠٥٠٠ ٠٩٤٧٩	١٣٣	٩٩٩٠
شمع دهن لعمل الشمع { ٧١٨٦ } { ٨٣٦٩ }	١٠٤	٧٧٧٧
فوسفور	١٠٠	٧٥٠٠
قطر وزن خاص ٨٢٩ ر ٠ في ١٣,٣	٩٨	٧٣٣٨
اتيركيتك ٧٢٨ ر ٠ في ٢٠ درجة	١٠٧	٨٠٣٠
فحم الخشب	٩٤	٧٠٥٠
كوك نقي	٩٤	٧٠٥٠
كوك فيه ١ ر ٠ من الرماد	٨٤,٦	٦٣٤٥
فحم حجر اول درجة فيه ٠,٢ ر ٠ من الرماد	٩٤	٧٠٥٠
شرحه ثاني درجة فيه ١ ر ٠	٨٤,٦	٦٣٤٥
شرحه ثالث درجة فيه ٢ ر ٠ من الرماد	٧٦,١	٥٩٣٢
خشب ناشف مطلق	٤٨,٨٨	٢٦٦٦
خشب فيه ٢ ر ٠ من الماء	٣٨,٤١	٢٩٤٥
قورب طيب	٢٦,٦٦	٢٠٠٠
قورب ردي	١٥	١١٢٥
كوك في ٤٢ درجة	٨٢١	٦١٩٥
شرحه في ٣٣ درجة	٧٠	٥٢٦١

ولنذكر أنه يمكن بواسطة ٦٥٠ ترم تصاعد كيلوغرام واحد من الماء الى درجة صفر وبناء على ذلك لاجل تصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى صفر يلزم له كميات الاحتراق المعينة في الجدول الآتي الذي يشتمل على ثقل البخار الذي يمكن احداثه مع كيلوغرام واحد من الوقود وعلى قدر ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار الناتج من الاحتراقات المختلفة

بيان كمية الوقود الضرورية لتصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى حرارة الثلج الذائب

اختراق واحد كيلوغرام	بخار حاصل بواحد كيلوغرام من الاحتراق	كيلوغرام من الاحتراق لاجل ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار
فحم خشب	كيلوغرام	كيلوغرام
كولنفني	٠٠٧,٠٥٠	١٨, ١٤١
كولنفني ١. من الرماد	٠٠٧,٠٥٠	١٨, ١٤١
فحم حجرى من اول درجة فيه	٠٠٦,٣٤٥	٧٥, ١٥٧
٢. من الرماد	٠٠٧,٠٥٠	١٨, ١٤١
فحم حجرى فيه ١. من الرماد	٠٠٦,٣٤٥	٧٥, ١٥٧
فحم حجرى فيه ٢. من الرماد	٠٠٥,٩٣٢	٥٧, ١٦٨
خشب ناشف جدا من جميع الانواع	٠٠٣,٦٦٦	٩٤, ٢٧٢
خشب يحتوى على ٢. من الماء	٠٠٢,٩٤٥	٥٥, ٣٣٩
قوب طيب	٠٠٢,٠٠٠	٠٠, ٥٠٠
قوب ردى	٠٠١,١٢٥	٨٨, ٨٨٨
روح عرقى في درجة ٤٢	٠٠٦,١٩٥	٤٢, ١٦١
روح عرقى في درجة ٥٣	٠٠٥,٢٦١	٠٧, ١٩٠

وتبين لنا هذه الجداول فائدة استعمال فحم الارض ولو في المحلات التي
يكون فيها غالباً بسبب النقلة

ويصنع حريق الفحم باحتراق هذا الجوهر المسمى بالكاربون الذي يتحول الى
غاز الخضر الكاربونيك متى امتص او كسجين الهواء الجوي فيدخل مثل
الفحم في الغاز كنسبة ٢.٧٤ ميليم وثقل الاوكسجين كنسبة ٧.٢٦

ميليم

ولتزد على ذلك ان ثقل متر مكعب من غاز خضر الكاربونيك على الحرارة
المتوسطة من الهواء الجوي وبضغطه بارو مترية قدرها ٧٦ ر. ميليم

كيلوغرام

يكون ٩٧٢ ر

فينتج من ذلك ان كيلوغراما واحدا من الفحم يستدعي لكي يحترق بالكمية
كيلوغرام

كيلوغرام

٢.٧٦ من الاوكسجين الذي يوجد في كمية من الهواء الذي يزن ١٢.٦١

متر مكعب

ويشغل ٩.٧٠١ فهذا العدد المذكور لما يكون في حولة صفري يكون

عنها ١٠ أمتار مكعبة في حرارة $\frac{1}{10}$ درجات

وفي حوادث الحريق المعتادة مثل ما يحصل في وسط الافران يوجد كمية
من الهواء تفوق بكثير الكمية التي يطلبها التحليل الكامل يلزم لها المرور على

الفحم والتجهيزات العظيمة تحتاج لكمية من الهواء ضعف الكمية التي تكفي

للاحتراق مع الشدة فذلك يلزم في التجهيزات الكاملة كالمداخن بالاقبل

٢٠ مترا مكعبا من الهواء لاحتراق كيلوغرام واحد من الفحم وهذه

الفروض تكون ناعمة جدا متى أردنا تحديد سعة المستودعات والافران

والمداخن بل وتستعمل قاعدة الحسابات الآتية

كيلوغرام

غاز الخضر الكاربونيك المتر المكعب يزن ٩٧٢ ر

كل كيلوغرام يحتوي على اوكسجين ١٠,٧٢٦
 فحم ١٠,٢٧٤
 والكيلوغرام الواحد من الفحم ينتج اذا حرق $\frac{1}{274}$ متر مكعب من حمض
 الكاربونيك = ١ كيلوغرام

كيلوغرام

١٠,٦٥١

وزن الاوكسجين

٩,٩٩٦

وزن لاوزت المتسوب لهذا الاوكسجين

وزن مساوي للوزن المذكور اعلاه من الاوكسجين

كيلوغرام

ومن الازوت الذي يدل على الهواء الغير المحلل

١٢,٦٤٦

الذي يمر في الفرن

١٢,٢٩٢

وزن الفحم الكلي من الاوكسجين ومن الازوت

اجم

متر مكعب

١١,٨٥١

غاز حمض الكاربونيك

٧,٠٦٩

حجم الازوت والهواء المحلل

متر مكعب

٩,٩٢٥

حجم الهواء الغير محلل

١٩,٤٦٥

حجم كلي بعد الاحتراق

وقد رأينا انه يلزم بالاكل لحرق كيلوغرام واحد من الفحم استعمال ٢٠ متر

متر

مترا مكعبا من الهواء الجوي الذي يشأ عنه على العموم ١٩,٤٦٥

كيلوغرام

من الدخان الذي يزن ٢٦,٢٩٢ ويزن المتر المكعب من الدخان الحاصل

كيلوغرام

بهذه العملية ١,٣٥٠ بخلاف المتر المكعب من الهواء الجوي فإنه يزن

كيلوغرام

١,٢٩٨ فلذا ترى الدخان المرتفع على حرارة صفر مثل الهواء الجوي

ينزل عوضاً عن كونه يصعد ويرتفع

ويزيد حجم الغاز في نسبة $\frac{1}{7}$ لكل درجة من الحرارة وحينئذ يسأل
ويقال ما عدد الدرجات اللازم لكي يكون للدخان مثل خاص مثل الهواء
الجوي فالجواب اتانجد بنسبة بسيطة أنه يكفي رفع حرارة الدخان الى
درجة ١١٤٧ فوق حرارة الهواء الجوي وهذا الفرق يستعمل فقط لوضع
الدخان في المعادلة مع الهواء الجوي من غير أن يصعد او ينزل فعلى ذلك يلزم
اكتساب هذا الفرق وكل جسم من الحرارة التي تفوق هذه الحرارة يستعمل
لجعل الدخان خفيفاً جداً وبالمجمل لكي تصعد في الانبوية بقوة محركه مفروضة
عن فرق الاثقال النوعية للهواء والدخان

وقد اردنا أن نحدد بالحساب سرعة الدخان في أنابيب المدخنة من غير أن نعتبر
في ذلك سوى فرق ضغط الهواء الجوي في أطراف المدخنة وبذلك لم نصل الا
الى نتائج بعيدة عن الحقيقة جداً

ونبدي نصائح لمن أراد معرفة هذا مع الدقة بان يستعمل عدة تجارب
مستقيمة لقياس سرعة حركة الدخان الصاعدة بواسطة آلة صغيرة تسمى
انيمومتر توضع في انبوية المدخنة وبواسطة آلة أخرى توضع في رأس
هذه الانبوية

ونلاحظ ان الهواء الجوي الغير المحلل الذي يحتلط بمروره مع الدخان يطفئ
معوده ويسمى به

وفي الآلات البخارية يستعمل الخشب والتورب وقلم الارض فاذا
استعمل الخشب فيلزم أن يكون ناشفاً جداً واذا صار خماً فيكون استعماله

انفع ولم يشأ عنه دخان يقص قوة الاحتراق وفي الفحم الجري المكر بن منفعة
مثل هذه

واما اذا كانت الحرارة في سائل فان أجزاء الطبقة السائلة الملتصقة بالجدران
الذي يفصلها عن النار هي التي تمتد اولا ويقل ثقلها النوعي بهذه النتيجة
وتصعد بجهة سطح السائل ثم تعقبها الطبقة الثانية وتصعد بنفس هذه الطريقة
الى كرات صغيرة لا ترى عند ما تسخن هذه الكرات الصغيرة وهذه كيفية انتشار
الحرارة في السوائل وبقطع النظر عن الحركة الخفية التي ذكرناها يكون هناك
اتصال مباشرة بين حرارة طبقة واخرى ولكن هذا الاتصال قليل فلذا اظهر لنا
بال تجربة انه من المقيد تسخين جلة من السائل لنفوذ الحرارة من الجزء الاسفل
ومن المقيد ايضا تميزها عن الجزء الاعلا وبناء على ذلك يلزم لتسخين جلة الماء
اللازم لاستعمال الآلات البخارية ان الحرارة تؤثر اولا في قعر القارزات
وكما كان سطح القعر المتصل بالحرارة نخبنا كلما كان التسخين مريعا وبالجملة
يحصل التصاعد وان لم يكن هناك مانع فاعظم القارزات هي التي يكون قعرها
اعظم من ارتفاعها

وفي كانت الحرارة كبيرة جدا بان لم يقتصر على الدخول في الطبقة السفلا فقط
بل انها تدخل ايضا الطبقة العليا فان جريبات ماء الطبقة السفلى تسحب الى
قاعها بخارية ويرداد حجمها كلما قربت هذه القاع من سطح السائل
و بمجرد ما يشرع الغليان في سائل ما فان الحرارة تنفخ فيه وكذلك الحرارة
القاهرة الداخلة فيه تستعمل في تصعيد جزء عظيم منه وهذه الحرارة التي
امتصها السائل لكي يصير بخارا تكون جسيمة جدا مع ان البخار المتكون منها
بلا واسطة لا يحدث ارتفاعا كبيرا من الحرارة مثل السائل المحدث له ويسهل
معرفة ذلك بواسطة الترمومتر الداخلة بالتعاقب في السائل وفي البخار معا
وقد ظهر لنا بالتجربة انه يلزم ٦٥٠ جزءا من الحرارة او من الماء الحار
لتصاعد كيلو غرام واحد من الماء الى درجة صفر
وقد يمنع الضغط الجوي تصاعد السوائل وكلما كان الضغط كثيرا كلما زاد

حرارة لاستحالة الماء بخارا فلذا ان هذا الماء في عمق المعادن لا يستحيل
بخارا الا بحرارة تزيد على ١٠٠ درجة واما في الجبال الشاهقة فيستحيل
بخارا بحرارة اقل من ١٠٠ درجة

ثم ان الغازات او السوائل المعائلة للهواء تسخن مثل السوائل بان يتكون عنها
شقوق خاصة تصعد وحقايق باردة تنزل محلها ويكون اتصال الحرارة المستقيم
كبيرا بين اجزاء الغازات اكثر منه بين اجزاء السوائل
ومنى قابلية كميات الحرارة اللازمة لرفع الماء والغازات الاخرى من درجة واحدة
من الحرارة فالتا صنع لبيان ذلك الجدول الآتى فنقول

حرارة خاصة

١,٠٠٠,٠٠٠

ماء

١٠,٨٤٧,٠٠٠

بخار الماء

٠,٢٦٦٩

هوى جوى

٣,٢٩٣,٦٠٠

غاز اذروجينى

٠,٢٢١,٠٠٠

حمض الكاربونيك

٧,٢٣٦,٦٠٠

او كسجين

٠,٢٧٥,٤٠٠

ازوت

٠,٢٣٦,٩٠٠

او كسيد الازوت

٠,٤٢٠,٧٠٠

غاز اولفيان

٠,٢٨٨,٤٠٠

او كسيد الفهم

ومنى مخفف الغازات فتتدد بالنسبة لارتفاع حرارتها وتزيد في الحجم بالنسبة

لكل درجة من الحرارة بالضغط المستمر ١ مقسوما على ٢٦٦,٦٧

او ٠,٠٠٣٧٥ من حجمها على حرارة صفر

والى مسيو جلوسالك ينسب بيان هذه الخاصة العظيمة المتعلقة بالسوائل

المرنة بين ٠ و ١٠٠ درجة ووسعه بعد ذلك مسيو لوبيتى وديلونج

فوصل الى اعتدالات كبيرة جدا

ويرى من التجربة كون الزمن الضروري لتحويل جلة من الماء البارد الى بخار
يكون اكثر من الزمن اللازم لتوصيل هذا الماء الى الغليان خمس مرات
اوستة

وان المتر المكعب من الماء المقروض في اعلا درجة من السخونة اعنى الى
درجات

٣٨٩ و ٣ تقرى محولا الى بخار بضغط ٧٦ ستيمر من الزئبق يشغل مسافة
متر مكعب

١٦٩٦٫٤

وعلى مقتضى هذا التعيز يرى ان مترا مكعبا من البخار بضغط ٧٦ ستيمرا
على حرارة الماء المغلي يزن ١٠٠٠ كيلو غرام مقسوما على عدد
١٦٩٦٫٤ او ٥٨٩ غراما

درجة

وعلى مقتضى تجربة مسيو جلوساك يحدث الماء البارد المرفوع الى ١٩٥٥
ميليمتر

نحت صفرا في الفراغ بخارا يوازن عامودا من الزئبق فوق ١٣٥٣ و١ على اعتدال
ميليمتر

الثلج الذائب ويوازن البخار عامودا من الزئبق ي فوق على ٥٠٥٩ و٥ وهذا حد
كمية البخار الذي يمكن تكويته في الفراغ الحاصل فوق كمية مطلقة من الماء على
حرارة الثلج الذائب فعلى ذلك يوجد نسبة ضرورية بين زيادة البخار واعتداله
وهي شغلنا بطريقة مطلقة مسافة عظيمة من الفراغ بكمية معلومة من البخار
يصير باردا بنفسه

واذا وضعنا مع البخار جسما صلبا او مائعا ابرد منه فان هذا الجسم يميل
للسخونة

ومتى ادخلنا بخارا جديدا في مسافة محددة فان حرارة هذا البخار ترتفع ويزداد
البخار الى حدود معلومة واذا تجاوز هذا الحد فان جزءا من هذا البخار يستحيل

الى سايل وتبقى شدته بعينها
ومتى وضعنا البخار مع جسم اقل حرارة منه فان هذا البخار يصل الى اعلا درجة
من الزيادة بقدر الحرارة ويبرد بنفسه ويتحول جزؤه الى سايل حتى يأخذ
البخار الباقي شدة التناشئة عن الحرارة الجديدة
وسنبين النتائج العظيمة التي جعلها الطبيعيون الذين عملوا عدة تجارب في قوة
البخار بدرجات مختلفة من الحرارة وفي درجة الحرارة اللازمة لاجداث هذه
القوة

وقد عمل في انكلترة وفي فرانسسا كل من وات وسوترن وداليون
وبناسكورت وجولوساك ودولواج ولوبي وكليمان ودوزورم
وكرستيان عدة تجارب على قوة البخار المختلف الحرارة
وتدل تجارب ميسو سوترن وكليمان ودوزورم وكرستيان على
مطابقة شهيرة بينها بهذا الجدول الآتي فنقول

درجات الترمومتر الموائمة لهذه الضغوط			ضغوطات معبر عنها بالضغوطات الهوائية
كرستيان	كليمان ودوزورم	سوترن	
درجات ١٠٠	درجات ١٠٠	درجات ١٠٠	١
١٢٢	١٢١ ٥٥	١٢١ ٣٠	٢
١٤٤ ٨٢	١٤٤ ٩٥	١٤٥ ٣٣	٤
١٦٧ ٥٠	١٧٢ ١٣	١٧٣ ١١	٨

وقد اثبتوا صحة قول ماريوت بالنسبة للانضغاطات المتوسطة وهوان تسخين
بخار الماء المضغوط يكون مناسباً للضغوطات التي يحملها هذا البخار وبالجملة
قد يكون الحجم مخالفاً بالكلية لهذه الضغوطات اذا فرضنا ان الحرارة
واحدة

وعلى حسب تجارب ميسو جلوساك في صحيفة ٣٧٢ و ٣٧٣

كلذا كرنا ان البخار يزيد حجمه بقدر $\frac{1}{273}$ لكل درجة من الارتفاع عند ما زادت حرارته ويقتص في هذه النسبة لكل درجة من انخفاض الترمومتر المثبتة يلزم عمل حساب الجدول الآتي

قياس الضغوط				جسم ١٠٠٠ كيلو غرام من البخار	
في درجات الترمومتر	في الجوف	في ارتفاعات البارومتر		في المائة درجة	في الحرارة المواقفة لضغطه
		بالميلتر	بالماء		
درجة	درجات	مليمتر	امتار	متر مكعب	متر مكعب
١٨٢ ٠٠	١٠	٠٠٧٦٠	١٠٣,٣٦	٠٠١٧٠,٠٠	٠٠٢٠٧,٩٨
١٧٧ ٤٠	٩	٠٠٦٨٤٠	٩٣,٠٢	٠٠١٨٨,٨٩	٠٠٢٢٨,٧٢
١٧٢ ١٣	٨	٠٠٦٠٨٠	٨٢,٦٨	٠٠٢١٢,٥٠	٠٠٢٥٤,٢٧
١٦٦ ٤٢	٧	٠٠٥٣٢٠	٧٢,٣٥	٠٠٢٤٢,٨٥	٠٠٢٨٦,٧٠
١٦٠ ٠٠	٦	٠٠٤٥٦٠	٦٢,٠١	٠٠٢٨٢,٣٣	٠٠٣٢٩,٦٥
١٥٦ ٧٠	٥	٠٠٤١٨٠	٦٦,٨٥	٠٠٣٠٩,١٠	٠٠٣٥٦,٨٦
١٥٣ ٣٠	٥	٠٠٣٨٠٠	٥١,٦٨	٠٠٣٤٠,٠٠	٠٠٣٨٩,٢٨
١٤٩ ١٥	٥	٠٠٣٤٢٠	٤٦,٥٢	٠٠٣٧٧,٧٧	٠٠٤٢٨,٣٦
١٤٤ ٩٥	٤	٠٠٣٠٤٠	٤١,٣٤	٠٠٤٢٥,٠٠	٠٠٤٧٧,٠٥
١٤٠ ٣٥	٨ ٣٣	٠٠٢٦٦٠	٣٦,١٨	٠٠٤٨٥,٧٠	٠٠٥٣٩,١٠
١٣٥ ٠٠	٣	٠٠٢٢٨٠	٣١,٠٠	٠٠٥٦٦,٧٠	٠٠٦٢٠,٧٤
١٣٢ ١٥	٢ ٧٥	٠٠٢٠٣٠	٢٨,٤٢	٠٠٦١٨,٢٠	٠٠٦٧٢,٣٦
١٢٨ ٨٥	٢ ٥٠	٠٠١٩٠٠	٢٥,٨٤	٠٠٦٨٠,٠٠	٠٠٧٣٣,٤٥
١٢٥ ٥٠	٢ ٢٥	٠٠١٧١٠	٢٣,٢٦	٠٠٧٥٥,٥٠	٠٠٨٠٨,٠٠
١٢١ ٥٥	٢ ٠٢	٠٠١٥٢٠	٢٠,٦٧	٠٠٨٥٠,٠٠	٠٠٨٩٩,٩١
١١٧ ١٠	١ ٧٥	٠٠١٣٣٠	١٨,٠٩	٠٠٩٧١,٤٠	٠١٠١٦,٦٦
١١٢ ٤٠	١ ٥٠	٠٠١١٤٠	١٥,٥١	٠١١٢٣,٣٠	٠٠١١٧,٥٩
١٠٦ ٦٠	١ ٢٥	٠٠٠٩٥٠	١٢,٩٣	٠١٣٥٩,٩٠	٠١٣٨٤,٣٦
١٠٠ ٠٠	١ ٠١	٠٠٠٧٦٠	١٠,٣٤	٠١٧٠٠,٠٠	٠١٧٠٠,٠٠
٩٢ ٠٠	٧٥	٠٠٠٥٧٠	٧,٧٦	٠٢٢٦٦,٦٠	٠٢٢١٧,٢٠

٠٢٢٢٩,٣٦	٠٠٣٤٠,٠٠	٠٠٥,١٨	٠٠٢٨٠	٠ ٠٠٥٠	٠ ٨٢ ٠٠
٠٦١٩٨,٣٨	٠٠٦٨٠,٠٠	٠٠٢,٦٠	٠٠١٩٠	٠ ٠٠٢٥	٠ ٦٦ ٠٠
١١٨٠١,٠٠	٠١٣٦٠,٠٠	٠٠١,٣٠	٠٠٠٩٥	٠ ٠١٢٥	٠ ٥١ ٤٥
١٩٩١٧,٥٠	٠٢٧٢٠,٠٠	٠٠٠,٦٥	٤٧,٠٥	٠ ٠٦٢٥	٠ ٣٨ ٠٠
٩١٧٣٥,٦٠	١٢٠٦٧,٠٠	٠٠١٤٥٦	١٠,٧١	٠ ٠١٤١	٠ ١٢ ٠٠

وأول من عرف منفعة استعمال قوة البخار مسيو واط لكن ليس بمجرّد ضغط
الجوّ فقط بل بضغط $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ من الضغوطات الجوية بأن يؤثر بقوة
الطبيعية فإذا قابلتنا على مقتضى تجاربه نتيجة كمية ثابتة من البخار إلى
١٠٠ درجة أى ضغطه جوية من هذا البخار الذي يمتدّ طبعه فالتأثير
لامتداد هذا العدد أعني

$$\frac{1}{7} \frac{2}{7} \frac{3}{7} \frac{4}{7} \frac{5}{7} \frac{6}{7} \frac{7}{7}$$

$$٣,٢ ٣,٨ ٢,٦ ٢,٤ ٢,١ ٢,٧ ١,٨$$

وإذا ضربنا حجم البخار الناشئ عن كل حرارة في الضغطة التي يحملها هذا الحجم
فنتج معنا الثقل الذي يمكن أن يكون مرتفعاً إلى متر واحد وإذا ابتدأنا بقاعدة
واط على القوة الحاصلة مدة امتداد البخار فالتأثير نحسب بعد ذلك الثقل الذي
يرفعه البخار وقت امتداده وعلى موجب هذه القواعد منع مسيو كليمان
الجدول الآتى الذي طبعه على ورقة واحدة مع الجدول المتقدم وهو هذا

قوة ميكانيكية				الجو
للأزمة	اللازمة	يكون واحد	اللازمة	
لتحصيل واحد كيلو غرام من البخار	لا تمد ضغط ٧١ درجة من البخار من ١٢ درجة من الحرارة	كيلو غرام من البخار مشقلا على ٦٥٠ قزم	الكم الذي ينشأ عنه بالاحتراق ٧٠٥٠ قزم	
تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	
١٢٨٤,١٩	١٢٧,٦٢	١٠٦,١٢	٠٢١,٥٠	١٠
١٣٥٦,٦٣	١٤٥,٠٨	١٠٣,٨٠	٠٢١,٢٨	٩
١٣٢٤,٨١	١٢٢,١٦	١٠١,١٢	٠٢١,٠٤	٨
١٢٩١,٧٧	١١٩,١٠	٩٨,٣٤	٠٢٠,٧٦	٧
١٢٥٣,٣٧	١١٥,٥٦	٩٥,١١	٠٢٠,٤٥	٦
١٢٣٢,١٣	١١٣,٦٠	٩٣,٣١	٠٢٠,٢٩	٥ ٥٠
١٢٠٩,١٣	١١١,٤٨	٩١,٣٥	٠٢٠,١٣	٥
١١٨٤,٠٧	١٠٩,١٧	٨٩,٢٤	٠١٩,٩٣	٤ ٥٠
١١٥٨,٢٩	١٠٦,٧٠	٨٦,٩٧	٠١٩,٧٣	٤
١١٢٦,٤٩	١٠٣,٨٦	٨٤,٣٥	٠١٩,٥١	٣ ٥٠
١٠٩١,٧٧	١٠٠,٦٦	٨١,٤١	٠١٩,٢٥	٣
١٠٧٢,٥٧	٩٨,٨٨	٧٩,٧٧	٠١٩,١١	٢ ٧٥
١١٥١,٣٣	٩٦,٩٣	٧٧,٩٧	٠١٨,٩٦	٢ ٥٠
١٠٢٨,٢٣	٩٤,٨٢	٧٦,٠٢	٠١٨,٨٠	٢ ٢٥
١٠٠٢,٥١	٩٢,٤٣	٧٣,٨٢	٠١٨,٦١	٢
٠٩٧٣,٦٥	٨٩,٧٧	٧١,٧٨	٠١٨,٣٩	١ ٧٥
٠٩٤٢,٢٠	٨٦,٨٧	٦٨,٧٠	٠١٨,١٧	١ ٥٠
٠٩٠٤,٣٥	٨٣,٣٨	٦٥,٤٩	٠١٧,٨٩	١ ٢٥
٠٨٥٩,٣٥	٧٩,٢٣	٦١,٦٥	٠١٧,٥٨	١
٠٨٠٢,٩٥	٧٤,٠٣	٥٦,٨٤	٠١٧,١٩	٠ ٧٥
٠٧٢٦,٨٠	٦٧,٠١	٥٠,٣٠	٠١٦,٧١	٠ ٥٠
٠٦٠٢,٣٠	٥٥,٥٣	٣٩,٥٨	٠١٥,٩٥	٠ ٢٥

٠٤٨٤,٣٨	٠٤٤,٦٥	٠٢٩,٤٠	٠١٥,٢٥	٠ ١٢٥
٠٣٧١,٦٠	٠٢٤,٢٦	٠١٩,٦٥	٠١٤,٦١	٠ ٠٦٢٥
٠١٤٥,٢٣	٠١٣,٣٩	٠٠٠,٠٠	٠١٣,٣٩	٠ ٠١٤١

وربما خطأ الانسان واعترا اذا تفكر في كونه يحصل مقدار اقرب من النتيجة
 النافعة الناشئة عن الآلات البخارية بواسطة الجداول المذكورة
 في صيفي ٣٧٦ و ٣٧٨ حيث انهما يعطيان قوة عظيمة تفوق على
 حقيقة الاشياء وتجاوز الحدود في المبالغة واما على مقتضى الجدول المذكور
 آنفا فانا اذا اردنا حساب الوقود المنصرف والنتيجة الناشئة عن آلة البخار
 المتحركة بضغطة وربع من الضغوط الجوية وتكون قوتها مساوية لقوة
 عشرة خيول وتحدث على مذهب واط في اربعة وعشرين ساعة قوة
 ٧٣ دينا ما فانا نجد ان كمية الوقود المنصرف في اربعة وعشرين ساعة
 مساوية الى ١١٠٠ كيلو غرام

وكل كيلو غرام من الفحم يعطى ٧٠٥٠ زما مقسومة على ٦٥٠ اللازمة
 كيلو غرام

لتحصل كيلو غرام من البخار وهذا العدد يعطى ١٠,٩٤ من البخار وهذا العدد
 الاخير اذا ضرب في ١١٠٠ يعطى لنا ١٢٠٣٤ كيلو غراما من البخار
 ونتيجة الف كيلو غرام من البخار على ضغطة جوية وربع تعطى لنا القوة المعبر
 عنها بهذا العدد ١٧,٨٩ دينا ما فيلزم حينئذ ضرب هذا العدد في ١٢٠٣٤
 الذي يكون حاصله ٢١٥,٢٩ دينا ما بخلاف القوة الحقيقة فانها لم تكن
 الا ٧٣ دينا ما في هذه الطريقة فقد ثلثنا القوة كما ظهر بالنظر في حركة
 الآلات مثلا فعوضا عن ١٢٠٣٤ كيلو غراما الحاصلة من البخار
 لم تحدث آلة القرب وآلة القازان التي ابتدعها واط سوى ٥٨٠٠
 اعنى اقل من نصف الحرارة باحتراق الفحم وما بقى من فقد القوة فهو الاسطوانة
 بالتضخيم مع الماء البارد وبإخراج البخار من المكبس وبطلمبات
 الخدمة المستعملة في استخراج الماء البارد والهواء اللذين يخرجان من البرودة

بواسطة الاحتكاكات وغيرها

فاذن يلزم اعتبار الجدول المتقدم بانها صالحة بالنظر لاذاتها في كونها تبين لنا ان نتيجة الحرارة وقوتها تكون قابلة للاحداث وينشأ منها تشبيهات قابلة لان تبين لنا في العملية أى درجة تقرب الانسان من النتائج العقلية فاذا اعتبرنا طرق استعمال قوة البخار المختلفة على العموم فالتا ترى اولا انه يمكن استعمالها بضغط هين بمجرد القوة التي تحدث البخار الى ١٠٠ درجة بدون امتداد ولا تسخين ومتى تركنا بعد ذلك الامتداد يحدث قوته فالتا نزيد قوة جديدة على القوة الاولى كما ذكره واط وعلى حسب النسب التي بينها

ومتى احدثنا البخار على ضغط يفوق ضغط الجو البسيط فانه يمكن الاكتساب من قوة البخار بدون تسخين بأن تفقد البخار الحاصل في كل مرة ثم يمكن منعه من الخروج الى ان يمتد لضغط الجو واذا استعملنا هذا البخار فيمكن ان نضيف شيأ الى هذه النتيجة وبالجملة يمكن ازدياد هذه النتيجة النافعة بأن ندفع الارترقاء تحت الضغطة الجوية وينشأ عن هذه التراكيب المختلفة التي كل واحدة منها تزيد على النتيجة الكلية تجميعها الخاصة عدة تراكيب آلات مختلفة وسنرى في الدرس الثالث عشر انه يمكن على مقتضى تجربة واط العمل بضغطة هينة بل وبضغطة تبلغ ضغطة هوائية ونصفان تكسب مرة واحدة من الامتداد والتسخين وستتكم في الدرس الرابع عشر على التراكيب التي تحصل فيما يسمي بالضغطات المتوسطة وتبلغ أربعة أو خمسة من الضغطات الجوية التي تستعمل في الآلات ذات الضغطات الكبيرة التي تشتغل بعدد كبير من الضغطات الجوية

ثم ان مسيو كورنيان عمل على تحصيل البخار عدة تجارب متكم علميا بالتوالي فاستعمل فازانا مسبوكا كتيها جذا مغلقا مغلقا محكما بغطاء من مادته يدور على اطرافه مع اطراف القازان ومثبت عليه مع الصلابة بعدة مسامير وعمل هذا المعلم جميع الاحتراسات اللازمة بحيث يكون غلق هذا الغطاء محكما ويدخل الترمومتر المئتي في داخل القازان بعلبة سدودة بكتان سدا

محكما ملتصقة بالغطاء مع غاية الدقة والضبط وترتفع الأنبوبة القصيرة التي
تجري مع غطاء قناة تلك العلبة في وسط هذا الغطاء وفي تلك الأنبوبة زمام
لوضع عليه الواح منتظمة من نحاس فيمادة منافذ مختلفة الاشكال والابعاد
وهناك اسطوانة صغيرة صلبة من نحاس معلقة في طرف قضيب رفيع جدا
من نحاس مثبتة على رافعة التوازن تسج على وجه الماء وبها يعرف ميزان
الماء في القازان وبها يعرف ايضا كمية الماء المتصاعد وهناك كيس صغير
من المعدن يدخل فيه الجسم العوام في داخل القازان ويسكنه قهرامع
وجودار تجابات الغليان وهناك انبوبة اخرى تنفتح قريبا من قعر القازان
وتشق الغطاء المتصلة هي به زمام له لولب محكم وتشارك مع جسم
الطلومبة الكابسة المعينة لتأدية الماء للقازان ويكون جميع سطح القازان
الداخلي مساويا ٣٦٤٠ سنتيمترات مربعة ثم ان ١٠ لترات ماء
التي هي عادة تشحن القازان تكون متحدة مع سطح القازان الداخلي

سنتيمتر مربع

المساوي ٨٢ ر ٨٩٣ ر ١ ويذكرن المستوقد كبير بحيث يحمل القازان
بابعاده وموضوعا بشرط ان الالتهاب يحيط بالقازان قبل ان يمر بالمدخنة
ويكون جزر الكافون متقنا بحيث يمكن تلطيفه مهما أراد الانسان مع غاية
الراحة ولولا الماء لاجتر قعر القازان جدا من النار التي تحته وقت التجارب
ومتى كانت النار مرفوعة بكثرة على قدر الامكان فان قسبة الصفح المكثوة
لقاعدة القازان تكون جراء على الدوام في ارتفاع نحو اربع دسمترات

القسم الاول من التجارب في تحديد حصول البخار وخروجه من عدة
منافذ بواسطة النار القوية التي يمكن جعلها في الكافون وحفظها على هذه
الدرجة والاعتناء بهم ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٥ ميليمترا او لا يكون
للقصمة الاولى الثلثة ١٢ ميليمترا من الطول على ٣ من العرض وينتج
من الاثنى عشرة تجربة ان حرارة الماء والبخار تكون باقية في القازان
على ١٠٥ درجة وبواسطة الحرارة المستعملة يتصاعد الليتر

من الماء أو كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقائق
(ثانيا) يكون الفتحة المستديرة القائمة الزوايا ٦ ميليمترات من الطول على ٣
من العرض ونهاية الحرارة في القازان ١١٥ درجة ويتصاعد لتر الماء
في ٣ دقائق

(ثالثا) يكون الفتحة القائمة الزوايا ٣ ميليمترات من الطول على ٣
من العرض ونهاية حرارة الماء في القازان ١٣٨ درجة فيتصاعد لتر
الماء في ٣ دقائق

(رابعا) الفتحة المستديرة التي قطرها ٢٥ ميليمترات تكون نهاية حرارتها
١٠٠ درجة ويتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
(خامسا) الفتحة المستديرة التي قطرها $\frac{1}{4}$ ١٢ ميليمترات تكون حرارتها
في القازان على ١٠١ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
ميليمتر

(سادسا) الفتحة المستديرة التي يكون قطرها ٦,٢٥ ونهاية حرارتها
في القازان ١١٢ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق
(سابعا) متى نزع غطاء القازان فتكون الحرارة ١٠٠ درجة ويتصاعد
٩ لترات من الماء في $\frac{1}{4}$ ٢٧ دقيقة

فنبج من القسم الأول من التجارب ان تحصيل البخار يستدعي نفس هذه
الكمية من الحريق مهما كانت درجة الحرارة التي بها يصل هذا البخار
وتبين لنا هذه التجارب ايضا كيفية تحديد فتحة المنافذ القليلة للحصول
البخار على جذب معلوم أو بالاختصار جذب البخار ذي ١٠٠ درجة
من الحرارة

واستخرج مسيو كورتان من هذه التجارب ان سطح الفتحة الصغيرة جدا
في القازان لكي لا يحدث بنافوره مستمرة الا البخار ذا ١٠٠ درجة يلزم
أن يكون تقريبا ١٠٠٠ جزء أو ١٢٠٠ من سطح الماء
المعرض للنار

ارتفاع حرارة البخار وقت خروجه من هذا المنفذ	نسبة سطح المنفذ الى سطح الماء المعرض للنار
١٠٠٠ درجة	١٠٠٠ الى ١٢٠٠
١٠٠٠,٠٥	٥٢٦٠
١١٥	١٠٥٢١
١٣٨	٤١٠٤٢

وتبين لنا التجارب المذكورة ايضا ان $\frac{1}{3}$ مترا مربعا من سطح القازان المعرض للنار تحدث في كل دقيقة واحد كيلو غرام من البخار وهذه نتيجة بسيطة سهلة العمل في الصناعة ومع ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة تتعلق بالنار القوية التي يمكن احداثها تحت القازان اى النار التي لم تكن معتادة في الصناعة على الدوام وبناء على ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة من أعظم النتائج الكبيرة جدا واما مع النار المعتادة المنتظمة لا غير فانه لا يحصل سوى ثلث أو نصف الكمية المذكورة

القسم الثاني من التجارب التي تستعمل في بيان زمن جريان المتر الواحد من الماء الى بخار بواسطة منافذ بشرط ان تكون الحرارة المتوسطة المتعلقة بالماء في القازان باقية على ١٠١ درجة مئوية لجميع المنافذ ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٧ ميليمترا

اولا الفتحة القائمة الزوايا يكون طولها ١٢ على ٣ من العرض تصاعد فيها اللتر الواحد من الماء بواسطة في $\frac{1}{4}$ ٨ دقيقة

ثانيا الفتحة القائمة الزوايا من ٦ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض مدة التصاعد المتوسطة للتصاعد اللتر من الماء بهذه الفتحة في ١٨ دقيقة

ثالثا الفتحة القائمة الزوايا من ٣ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض تكون مدة التصاعد المتوسطة للتر الواحد من الماء بهذه الفتحة ٣٤ دقيقة

وفي هذه التجارب كان يلزم تلطيف النار لكي لا يتجاوز ١٠١ من الدرجات المئوية وهذا ما يوضح مدة تصاعد الماء الطويلة

وبناء على ذلك انه بواسطة منفذ تكون سعته ٥٢٦٠ جراً من سطح الماء المعرض للنار الملقاة لكي لا يرفع البخار اكثر من ١٠١ من الدرجات المئوية $\frac{1}{3}$ امتار مربعة لا تكفي الالتصاع كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقائق

وتبين لنا التجارب التي ذكرناها ان مدة خروج ثقل معلوم من البخار من منفذ تكون تقريباً عكس سطح المنافذ وهذا ما يدل على ان السرعة التي بها يخرج البخار من المنافذ تكون مناسبة لسطح تلك المنافذ وهذه نتيجة عظيمة من النتائج المشهورة وينبغي لنا ان نبين ايضاً المنافذ الصغيرة التي يخرج منها الماء ويرتفع فوق ١٠٥ من الدرجات المئوية

وقد استجبنا من القسم الاول من تسلسل التجارب انه ما عدا الفتحة المناسبة لسطح الماء المعرض للنار لا يرتفع الماء اكثر من ١٠٠ درجة وذلك فيما اذا كان غطاء القازان مرفوعاً بالكلية

واما السلسلة الثالثة من التجارب فانها تستعمل لتحديد مدة جريان ثقل معلوم من البخار خارج من فتحة ثابتة ذات ٩ ميليمترات مربعة على درجات مختلفة من الحرارة مع ارتفاع البارومتر الذي يساوي ٣٦٢ ميليمترا

حرارة البخار في القازان
الزمن اللازم لخروج البخار من المنفذ

١٠٥ درجة	١٢ دقيقة
١١٠	$\frac{1}{4}$
١١٥	$\frac{1}{6}$
١٢٠	$\frac{1}{8}$
١٢٥	$\frac{1}{10}$
١٣٠	$\frac{1}{12}$
١٣٥	٣

واما السلسلة الرابعة من التجارب التي تزيد فيها الحرارة من ١٠٠ إلى ١٠٥

درجات فانها تكون

١٠٠ درجة	٤ ١/٢ دقيقة
١١٠	٨ ٣/٤
١٢٠	٥ ١/٢
١٣٠	٤

وفي التجارب المذكورة اعلاه يكون شكل المنفذ الذي يخرج منه البخار في نسبة سطح الماء المعرض للناز كنسبة ١ الى ١٤٢ و ٢١١ ويمكن استعمال هذه النسبة في المقادير الكبيرة جدا ومن الغريب كون مدة سيلان كيلو غرام واحد من البخار على ١٠٠ درجة تكون في ٤٠ دقيقة مع انها في ١٢٠ درجة لم تكن الا في ٥ دقائق وينبغي لنا ان نلاحظ في هذه الحرارة الاخيرة ان البخار لا يحمل ضغطا يكاد ان يكون متضاعفا فقط بل له كثافة متضاعفة ايضا بحيث ان عددا كبيرا من الاجزاء الصغيرة يمر من هذه الفتحة مع سرعة كبيرة

ثم ان مادة الجباري وطولها وقطرها له مدخل في تضعيف الحرارة وبناء على ذلك تؤثر في تقليل جذب البخار الذي يسيل من هذه الجباري في زمن معلوم وقد عمل مسيو كرتيان فيما يتعلق بهذا الغرض عدة تجارب فاستعمل لذلك مجاري من رصاص حيث ان هذا المعدن اقل توصلا للحرارة من النحاس والحديد

اول سلسلة من التجارب مع مجرى من الرصاص لها ١.٢ متر من الطول على ٩ ميليمتر من قطرها الداخلي

حرارة في الخارج

حرارة البخار في داخل

المجرى

١٠٠ درجة	٩٩ ١/٣
١٠١	٩٩ ١/٢
١٠٢	٩٩ ٤/٥

١٠٠	١٠٣
$١٠١\frac{2}{3}$	١١٠
$١٠٣\frac{2}{3}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثانية من التجارب تستعمل في غطاء طول المجري بواسطة
كينارات من الجوخ

٩٩	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{2}{3}$	١٠١
$٩٩\frac{2}{3}$	١٠٢
$٩٩\frac{4}{5}$	١٠٣
١٠٠	١٠٤
$١٠١\frac{2}{3}$	١١٠
$١٠٣\frac{2}{3}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثالثة من التجارب مع المجري المتقدمة مغطاة بالكينار ومحوطة الى
٨ امتار من الطول

$٩٩\frac{1}{3}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{2}{3}$	١٠١
$٩٩\frac{2}{3}$	١٠٢
١٠٠	١٠٣
$١٠٢\frac{2}{3}$	١١٠
$١٠٥\frac{1}{2}$	١١٥

السلسلة الرابعة من التجارب مع أبوابه قدرها ٨ امتار بدون غطاء

$٩٩\frac{1}{3}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{2}{3}$	١٠١

$99\frac{3}{2}$	١٠٤
١٠٠	١٠٣
$100\frac{1}{2}$	١١٠
$104\frac{1}{4}$	١١٥

السلسلة الخامسة من التجارب مع مجرى محولة الى ٤ أمتار من الطول بدون غطاء

$99\frac{1}{4}$	١٠٠ درجة
$99\frac{3}{4}$	١٠١
$100\frac{1}{2}$	١٠٢
$104\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١١

السلسلة السادسة من التجارب مع انبوية قدرها اربعة أمتار مغطاة بالكيناار المذكور

$99\frac{3}{8}$	١٠٠ درجة
$99\frac{5}{8}$	١٠١
$100\frac{1}{2}$	١٠٢
$104\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١٨

السلسلة السابعة من التجارب مع انبوية قدرها اربعة أمتار من الطول بدون غطاء وتبل بالماء البارد الى ١٥٠ درجة من الطول على نحو نصف من الطول وعلى عذمة مراتم

قطعة البصار	١٠٠ درجة
$99\frac{1}{8}$	١٠١
$99\frac{3}{8}$	١٠٢
$99\frac{5}{8}$	١٠٣

٩٩ $\frac{3}{4}$

١٠٤

١٠٠

١٠٥

١٠٣

١١٠

١٠٣ $\frac{1}{2}$

١١١

وعلى مقتضى هذه التجارب يرى أنه لا يظهر أن طبيعة الجوهر المركبة منه البخارى لا تؤثر شيئا في اتلاف الحرارة التى تحصل لجرى البخار في حدود الطول الذى ذكرناه أيضا ويرى أيضا أن طول الأنبوبة يؤثر تأثيرا يسيرا في فقد الحرارة وحيث أننا فرضنا أن هذا الطول يساوى بالتوالى ١٢ مترا و ٨ امتار و ٤ امتار يلزم أن البخار يكون في مدخل الجرى على حرارة ١١٨ درجة من ١١٥ درجة ومن ١١١ درجة لكى تكون الحرارة في مخرج هذه الانابيب الأصلية محولة الى ١٠٥ من درجات الحرارة

ومتى كان قطر الجرى صغيرا جدا بالنظر الى كمية البخار التى يخرج بها في زمن معلوم فيكون فقد الحرارة جسيما جدا فلذا يظهر لنا اذا اعتبرنا التجارب المعمولة مع الجرى التى قطرها ٩ ميليمترات ومع التجارب الاخر المصنوعة مع الجرى التى قطرها ٢٠ ميليمترا والجرى التى قطرها ٢٣ ميليمترا وبالجملة متى رفعنا الحرارة مع هذه الجرى الاخيرة الى ١٠٦ من درجات الحرارة فى القازان فانها لم تنزل الا الى درجة ١٠٥ فى مخرج الأنبوبة التى طولها ٤ امتار

وهذه التجارب التى يجب ذكرها توصلنا الى مباحث من هذا الجنس مقوية لتعيين الابعاد التى تصلح لعدة اجراء من آلات البخار ولاجل احداث دينام واحد من القوة مع آلات البخار على حسب طريقة مسيو واط يلزم (اولا) ٨٥ كيلو غراما من البخار وبالجملة يلزم قدر هذا العدد من الماء المراد دخوله فى القازان (ثانيا) ١٨ كيلو غراما من الفحم وقد ذكرنا ست مرات من الماء وست مرات من الفحم تعطى لنا قوة الحصان

في اربعة وعشرين ساعة ويجوز ان تستعمل هذه التجارب البسيطة في حساب الابعاد التي تكون في الاجزاء الاصلية من الآلات التي سنذكرها في الدرس الآتي تفصيلا

وسنتكلم في هذا الدرس على الكوانين على موجب استعمال واط وهناك كوانين أخر موضوعه بكيفية بحيث ينفذ الدخان في المستوقد لاحتراقه وذلك كالافران والكوانين التي تخفي الدخان ولا ينشأ عنها فوائد كثيرة الا اذا حرق فيها جلة جسمية من الوقود دفعة واحدة وبها يتحصل أولا على توفير جزء من الوقود المفقود وعلى حسب العادة وزيادة على ذلك تنقص الضرر العظيم الذي يحصل في كثرة الدخان الذي يخرج من مداخن آلات البخار وتشغل الجوف وتنسخ منها الاشياء التي تزر عليها وتترك فيها ذرات صغيرة من الفحم وغيره ويصير هذا الضرر جسيما في المدن الكبيرة كمدينة برمنغام ولوندره اللتين يحرق فيهما كمية كبيرة من فحم الحجري عدة مداخن من البيوت والصنائع

* (الدرس الثالث عشر) *

(في الكلام على آلات البخار على طريقة واط)

واقل من ذكر في سنة ١٦٦٣ من الميلاد ووصف التركيب الذي يشبه تركيب آلات البخار هو امير وورستير حيث عرض في شأن استعمال قوة الماء البخارية (فع الماء اكثر من ١٢ مترا اذا جبر انسان على كونه يدور لولين بالتعاقب يلزم ان الماء البخاري متى فرغ من الاناء الاول لا بد وأن يكون اناء ثان مملوئا من الماء البارد وورفي فوته وهكذا الى ما لا نهاية وبعد مدة ابتدع يابن حلته المشهورة المغلوقة التي ماؤها ساخن جدا بحيث يكون فيه قوة لذوبان العظام وجواهر اخر حيوانية صلبة والتميز بأن يستعمل قوة البخار الكبيرة كالقوة المحركة وان لم ينجم في تجاريه

واما الامير ساوري فانه لما كان اوفر حظا من يابن نجح في رفع كيات قليلة من الماء على ارتفاعات صغيرة وان لم ينجم في تضاد المعادن العميقة

وعلى مقتضى قانونه الذي عرضه في شأن رفع الماء الى ارتفاع لم يزد عن ١٠ امتار حدثت عدة آلات وبنوا من هذه الآلات بجلة كبيرة في احدى ملاحات جنوب فرانس التي يلزم فيها رفع الماء الى ٥٠ و ٥٠ امتار فقط وعيب آلة ساوري هو كثرة التكاليف ومصاريف البخار وبالجملة كثرة الوقود وظهر لنا بالتجربة ان $\frac{1}{13}$ جزءا بالاقل من البخار الحاصل تكون ساخنة بلا فائدة والذي يكون مستعملا منها مع الفائدة النافعة هو $\frac{1}{13}$ فقط وقد بد لنا جميع المجهودات في تقيص ضياع البخار في الآلة المذكورة التي عيبها كونها تخطط هذا البخار مع الماء الذي ترفعه

ومن بجلة مهندسى معادن كورناى الذين كانوا يشتغلون كثيرا بطرايق تطبيق آلات البخار في تصفية المعادن فوكومان الحداد وهو الذي أراد حل هذه المسألة وهما الصورة الآلة التي اخترعها

وهي أن البخار يخرج من القازان الكبير بانبوبة عمودية ويرتفع في اسطوانة تحتوى على مكبس ويكون الجزء الاسفل من الانبوبة محكم القفل بلوح معدنى دائر حول محور عمودى متحرك بواسطة ملوى صغيرة ويحمل المكباس قضيبا رأسيا يوجد في آخره سلسلة متينة على قوس دائرة مثبتة على رافعة ويحمل القرع الآخر من الرافعة قوسا من الدائرة وسلسلة معلقة في مكباس الطلمبة المعبئة لرفع المياه ويوجد فوق الاسطوانة صهر يربط بشتركة مع القاعدة السفلى من الاسطوانة بانبوبة منحنية وهناك لولب ذو ملوى يمنع عند الاحتياج مرور الماء بهذه الانبوبة المنحنية ويسهل الآن معرفة حركة الآلة وهوائنا اذا أردنا رفع مكباس الاسطوانة فالتأقفل المنحنية التي تمنع دخول الماء في الاسطوانة وتفتح المنحنية التي تخرج البخار الذي يتمدد في الاسطوانة وترفع المكباس ومتى بلغ المكباس نهاية سيره فالتأقفل المنحنية البخار وتفتح المنحنية الاخرى ففي الحال ينزل ماء الصهر في الاسطوانة وحيث انه ابرد من البخار فانه يستعمل في معادلته ومتى تحول هذا البخار الى حجم قليل جدا فان ضغطه الهواء المؤثر في المكباس تصير قوية وتنزل هذا المكباس وقرع الرافعة المقابل له

معا ويرتفع القرع الآخر من الرافعة بهذه الحركة وبالجمله يرفع مكباس الطلوبية
المعدة لتصفية المياه

ويرى على حسب ما تقدم ان طريقة ساورى كانت تحرك طلوبيته بضغطه
الجوار والحواء المتعاقبة بخلاف آلة نووكومان فانها كانت ترفع الماء بضغطه
الهواء فقط وانما الجاركان مستعملا فيها كطريقة السرعة التى تحدث
فرعا بالواسطة التى بها تحرك الضغط الهوائية على الرافعة التى تنقل القوة
الحركة ولا يلزم مع آلة نووكومان استعمال الجار ساخا جدا بل يمكن
أن تجري العملية بدرجات لطيفة من الحرارة وبناء على ذلك فوفر جملة من
الحريق ولم تحس ضررا ولنيز ان نهاية قوة آلة نووكومان لا توقف على
قوة الغازات والاسطوانات لاجل مقاومة ضغط البخار بل توقف على الابعاد
التي يمكن وضعها مع الفائدة كبقية اجزاء الآلة وبالجمله يمكن تطبيق
آلة نووكومان مع السهولة لتوصيل القوة الحركية على كل نوع من انواع
الات بواسطة الرافعة التى تستعمل فيها

وقد شرعنا سنة ١٧٠٥ فى أن نستعمل هذه الآلة وفى سنة ١٧١٢
صار اغلب مشكلات استعمالها فى غاية السهولة وقد شرعوا فى ابطال شغل
الرجال اى تفتح وتغلق الحنفية تارة واخرى وأجريت هذه العملية لحركة
الرقاص الاعظم ولم يحصل للآلة استكمال مشهور سنة ١٧١٧ وينبغي
التنبية على فائدة آلة نووكومان

وقاسوا حرارة الماء المستعمل فى تسخين البخار فى هذه الآلة فوجدوا يخرج
هذا الماء من الاسطوانة بعد التسخين فوجدوا ان حرارة الماء تتغير من ٦٠
الى ٨٠ درجة مئوية وهذا هو ارتفاع الحرارة الاعظم الذى يبين لنا ان
البخار فى الاسطوانة وقت انقياده لضغط الهواء يوجد فيه مقاومة عظيمة
جدا ولا آلة نووكومان ضرر آخر وهو كونها تبرد المكباس والاسطوانة
برش الماء وبالجمله متى كان المكباس والاسطوانة باردين فانهما يساعدان
على تبريد البخار وقت نزول الماء ثانيا ويضعفان قوة النتيجة وسرعتهما

وقد نبه ارباب الميكانيكة على انه في حركة المكاس المتوالية التي تستعمل في نزع المياه يلزم أن يكون صعود هذا المكاس أسرع من نزوله وفي النزول تنقص المقاومة وفي الصعود ينقص ضياع الماء ولم تزل آلة نووكومان تستعمل في ارتفاع المياه دون غيرها الى عصرنا هذا ومع ذلك ففي سنة ١٧٥٨ اعطى ميسيو كان فيترجرالد في المصطلحات الفلسفية طريقة في تحويل الحركة المتوالية المتسوية الى آلة نووكومان الى حركة الدوران المستمرة بتركيب الطارات المضروسة والمدورة بشرط أن تكون الطارة الاولى المضروسة مثبتة على الرافعة الكبرى واقل من عمل هذا التحويل ونجح فيه هو ميسيو واط والضرر الاصل في آلة نووكومان هو كثرة الوقود في شغلها ومثلها

متر

التي يكون قطراسطواتها ١٢١ و تستغل ليلا ونهارا بحيث تحرق في السنة نحو ٤٦٥١٢٠٠ كيلو غرام من الفحم العظيم واذا أردنا نزع المياه من معادن الفحم كما نستعمل ذلك في حرق قطع الفحم التي يمكن استعمالها المشقة فينشأ عن هذه الآلات كثير من المنافع ويمكن استعمالها ايضا في بعض معادن اخرى لتأدية المياه الضرورية للولايات العظيمة المنتسعة وكذلك بعض الاشياء النافعة وبالجمله تستعمل في جميع ما يقتضيه جله كبيرة من الوقود لتحصيل المطلوب ولكن في اغلب الاحوال يمنع الاسراف في الوقود استعمال هذه الآلات

ولما استكشف الحكيم بلاك كمية الحرارة الخفية التي يمتصها الماء لكي يصير بخارا عرفنا من هذا الاستكشاف أن نعطي لآلة نووكومان درجة جديدة في الاستكمال والاولى أن نقول أن يعمل منها آلة جديدة وهذا من أعظم المنافع التي احدها جام واط في العلوم والصناعة وقد عرف الجبر بلاك بالتجربة أن كمية البخار الناشئة عن الحرارة التي تفوق على الغليان تكون مناسبة دائمة لسطح الآنية المعرض لل نار بالمباشرة سواء ترك البخار متوقفا مجرد حصوله او تركا الحرارة مجمعة في الماء ثم قمنا

الآنية بعد ذلك لي يخرج البخار منها

ومن هذه الحوادث ينتج أن من المستحيل توفير الحرارة الضرورية لتحويل الماء إلى بخار ولكن يمكن توفير الحرارة بحيث لا يفقد منها شيء كثير وهذا ما عمله جام واط فشا هذا ولا تسخين اسطوانة آلة نوو كومان وتبريد هذه الاسطوانة

وهذا ما ينشأ عنه ضياع الحرارة بدون منفعة حقيقية وهذه المشاهدة هي التي وصلت إلى تسخين البخار خارج الاسطوانة وهذا هو الاستكمال الأكبر الأصلي الذي ينسب إلى واط

وقد بينا في اللوحة الثامنة على مقتضى طريقة واط مسقط قازان البخار الأفقي الرأسى ويدلنا شكل ١ على ارتفاع القازان بالمحور المشاهد في الخارج وشكل ٢ يدل على ارتفاع هذا القازان في جهة عمودية على شكل ١ ويكون هذا القازان مشاهدا من جهة المستوقد (وشكل ٣) يدل على مسقط المستوقد الأفقي وعلى وضع القازان وستكمل على بعض تفاصيل قصص العمارة فقول

ان مستوقد **ف** يتركب من جلة قضبان متوازية غليظة من الوسط أكثر من الأطراف ويكون بين بعضها مسافة كافية لنفوذ الهواء ومسافة **د** الفارغة هي محل الرماد الذي تغطيه شبكة **ج** وقازان **ث** الذي يمكن عمله من صفائح الحديد أو النحاس المجمعة بواسطة رؤس المسامير المعينة أقيسة في الشكل وشكل هذا القازان مثل شكل الاسطوانة التي تكون اضلاعها وقواعدها رأسية محيط إحدى القواعد كما يشاهد في شكل ٢ يكون محدبا ونصف دائرة من أعلى ويكون مجوقا من الجهتين كما يكون مجوقا من أسفل ويرى في الجزء الاعلا من هذا القازان فتحة **ح** التي تسمى بثقب الاسنان وتستعمل لدخول الشغال منها في القازان لاجل مسحه وتخليجه وينبغي أن تكون هذه الفتحة صغيرة مهما أمكن فيكون كبرها باقيا على حالة واحدة مهما كانت سعة القازان

وفي شكل ١ و ٢ حرف ت يدل على الانبوبة التي تستعمل لادخال البخار في اسطوانة الآلة ويعبر عن سدادة الامن بحرف ض ويمكن أن نرى سدادة من هذا الجنس مصورة في لوحة ١٢ شكل هـ وبالجمله حرف ا شكل ١ و ٢ يدل على الانبوبة المغذية التي بواسطتها يصل الماء الى القازان وشكل ٤ يدل على قطع مفصل عن هذا المجرى وستوضح عن قريب التركيب الذي تعلق فيه

ويسهل علينا معرفة السير الذي تتبعه الحرارة في شكل ١ و ٢ عندما تخرج من مستوقد ف ويدور جزئيا تحت القازان ويأتي آخره ومع ذلك يمكنه أن يمر من هناك على طول اضلاع هـ و هـ شكل ٢ ويأتي في هـ شكل ١ ومن ثم يصير القازان ساخنًا ليس من الجزء الاسفل قط بل في جميع امتداده من اضلاعه الاربعة الرأسية المنصبة وبعد تدويره بطريقة محكمة يأتي اللهب والدخان في مجرى ا شكل ٣ ثم في المدخنة التي يستدل على مقطعها الاثني بحرف ك شكل ٣

ونصف الآن الجهاز المغزى شكل ٤ فنقول ان حرف ث يدل على المقطع المصنوع رأسيا في جهة طول القازان و ا يدل على انبوبة الغذاء كما ذكرناه آنفا ويدخل بطرفه الاسفل في ماء القازان ويحمل في طرفه الاعلا حوض ر الصغير الذي يشترك مع الانبوبة بالقفحة التي تقفلها السدادة وتحمل هذه السدادة قضيب ت المعلق على رافعة ل ل المعلق فيه بقضيب ت جسم ف العوام الذي يسبح على وجه ماء القازان ويصعد هذا الجسم العوام وينزل مع مساواة الماء المستقر في القازان ومتى صعد الماء فانه يصعد معه ذراع ل وينزل ذراع ل المنسوب من رافعة ل ل وقضيب ت ينزل ويقفل مع السدادة المثبتة عليه قفحة الانبوبة المغذية وبالعكس ذلك متى نزل الماء المستقر في القازان فان لجسم العوام ينزل بكثرة وكذلك ذراع ل من الرافعة ينزل وذراع ل يرتفع وبالجمله قضيب ت

ينزل مع السدادة الصغيرة وهذا ما يسوغ للماء المعذى النزول من الخوض
في القازان وبهذه الطريقة يلزم أن لا يكون في القازان الا الماء اللازم لاستعمال
آلة البخار بحيث لا يكون قليلا جدا ولا كثيرا جدا

وهناك جسم عوام آخر يعبر عنه بحرف ف موضوع في انبوبة ا المغذية
ومعلق في سلسلة ص ص ض ونشؤ هذه السلسلة الخوض بان تمر
في مجرى معدنية رأسية وتدور على بكرى ح ح لكى تتعلق بالفرن
ومتى صار البخار في غاية السخونة وكان ماء انبوبة ا مدفوعا بقوة شديدة
جدا فان جسم ف العوام يصعد مع الماء ويتقفل فم الفرن بالنسبة
لارتفاع الجسم العوام وبهذه الطريقة يتقصون شدة الاحتراق وبها تنقص شدة
البخار في القازان

وشكل ٥ يدل على جسم ف العوام ورافعة ل ل تحمل
الدليل المعبر عنه بحرف ٤ الذى يمشى على قوس شـ المذرج
ويستعمل هذا المذرج في معرفة ارتفاع الماء في القازان معرفة جيدة
ويجب علينا الآن بعد ما وصفنا طريقة حصول البخار أن نبين حركة آلة واط
في الطريقة السهلة وهى الطريقة التى نسميها بذات النتيجة البسيطة
ثم نوضح الحركة ذات النتيجة وتختلف آلة واط ذات النتيجة الواحدة عن
آلة نوو كومان ذات النتيجة الواحدة ايضا يكون البخار يشتغل دائما سواء كان
في صعود المكباس او نزوله بخلاف آلة نوو كومان فانه لا يؤثر في الارتفاع
المكباس فقط

ولنبحث الآن على حالة الآلة العمومية شكل ٢ لوحة ٥ فنقول
حرف ك الذى هو ملوامة التفريغ الدالة على نتيجة الآلة وتتحرك
بقوة رفاص ح ش خ وحرف ب ب يدل على الاسطوانة وحرف
س يدل على المكباس الذى يصعده ونزوله فيتحرك رفاص ح ش خ
وحرف ا هو القازان الذى يوصل البخار نارة فوق مكباس س ونارة
تحتة بانبوبة ر في وسط سداتى ت ت وتكون اسطوانة ب ب

مغلوقة من اعلا ومن أسفل بألواح من حديد ملصوقة مع الصلابة على محيط هذه الاسطوانة

ولنفرض الآن أن مكبس م يوجد في أعلا سبعة

فعند ذلك تنقل سدادة ت وتفتح سدادة ت وينقل البخار من القازان في جزء الاسطوانة الاعلا المعبر عنه بحرف ب وينزل المكبس بقله ويدفع هذا البخار

ومتى وصل المكبس الى أدنى درجة من سيره فان سدادة ت العليا تنقل وسدادة ت السفلى تفتح

وحينئذ يجذب البخار المجتمع في سعة ب منفذا من سدادة ص بحجري ق ق و ق في سعة ب السفلى من الاسطوانة

وينقل هذا البخار في هذه السعة السفلى عندما يجبر ثقل جميع الاشياء المعلقة في ذراع ش خ من الرصاص ويرفع ذراع ش خ الآخر الذي يصعد مكبس س

وهنا يضغط البخار على حسب مرونته المكبس من اعلى ومن أسفل على حد سواء وبناء على ذلك لا يؤثر هذا البخار اصلا في ميزان رافعة ح ش خ

ومتى وصل مكبس س اعلا الاسطوانة فان سدادة ت السفلى تنقل ثانيا وسدادة ت العليا تفتح فينتدخّل البخار الجديد في سعة ب العليا لكي ينزل المكبس ثانيا كما شاهدناه

ولكي ينزل المكبس يلزم توزيع البخار المجتمع في سعة ب السفلى من الاسطوانة وهذا يعمل بجهاز المبرد او المسخن وهو الذي بقي علينا وصفه

وهذه الطلمبة تدل على مجرى و ك ل التي تصل بذراع انبوبة $\text{ق و ك و ن ذراعي ك و ل}$ اللذين يوجد في كل واحد منهما طلمبة معادة وهاتان الطلمبتان يتحركان برصاص ح ش خ

وفي مجرى ق و يدخل فرع ب من انبوبة يكون فرعها الآخر منعما في الماء البارد الذي يحتوي عليه حوض ه وسدادة ه تبقي

أو تجمع دخول الماء المبرد في الأنبوبة
ومق حصل ذلك فان سدادة ت تقفل عندما تفتح سدادة د ويصعد
الماء البارد بفرع هـ من السدادة ويخرج جهة البخار المتجمع في فوى
 ب ق ق وهذا الماء يسخن البخار ويقع على هيئة مطر جهة قاع ع ويفتح
سدادة م ويمر حينئذ في جزء ن وفي هذا الزمن يخرج من البخار الغير
المسخن ومن الهواء الجوى ماء بارد

وسهل المرور بطلمبة ك الجاذبة التي يرتفع مكبسها متى نزل مكبس
 ض بحركة رفاص ح ث خ ويخرج الهواء الجوى بقوة هذه الطلمبة
وبطلمبة ز ايضا

وبهذه الطريقة يشتغل البخار المسخن والماء المبرد والهواء الخارج من هذا
الماء ومن البخار الغير المسخن حرارة نحو ٤٠ درجة في نقطة ن ولا يمكنها
التأخر وبالجملة فتنزل مكبس ض الى اقصى درجة فانه يشرع في الصعود
ثانيا وحيث كان البخار اخف من الهواء فيعلوه بمروره ويدفع الهواء الذي
يفصله عن الماء البارد ويضغط الماء البارد باتحاده مع سدادة م ويقتل
هذه السدادة ومع ذلك فان مكبس ك ينزل عندما يصعد مكباس ض
فبناء على ذلك يلزم ان الهواء والماء المتحصرين في ع يميزان فوق مكباس
 ك لكي يضغطا في نقطة ل عندما يصعد مكباس ك

ثم ان طلمبة ز الثانية الجاذبة الكايسة تنقل الماء المتحصر في نقطة ل
الى مجرى غ لكي تنزل في قازان ا وحيث كان الهواء اخف من الماء
فانه يخرج من انبوبة ت قبل أن ينزل ماء المبرد في القازان

وتم طرق مخصوصة تستعمل لتقيص فتح سدادة د على حسب الارادة
ولتلطيف سرعة تسخين البخار

وبجميع الحركات التي ذكرناها تكون متحدة بحيث انها تعمل كلها بحركة الرفاص
والمكباس فقط ولم يحتج الانسان الا لكونه يحفظ النار تحت القازان دائما

وقبل أن نعرف تفاصيل تركيب الآلة البخارية ذات النتيجة المزدوجة
شكل ا لوحه ٩ يجب علينا أن نبين بطريقة الاجال كيفية تلقى

الحركة العامة وهي أن البخار عند خروجه من القازان يكون حاصلين
 اسطوانتي ث ث ث الثنتين محورهما واحد وبالجملة فان
 اسطوانة ث ث ث تحيط باسطوانة ث ث وبتكوين درجة ث
 التي تصعد وتنزل بفخات ع ع يمر البخار بالتعاقب فوق مكبس ح وتتحته
 بحيث يجبره بالنزول نارة وبالصعود أخرى ويكون هذا المكبس منبتلداثما
 على قضيب ث الرأس الذي يتقل حركته بواسطة متوازي الاضلاع
 ل م ن و لرافعة ل ل التي تتحرك في مستوى رأس حول محور
 ض الافقي وهذه الرافعة تصعد وتنزل مع مكبس ح ومن جهة ل
 يرفع ويخفض بالتعاقب يلة ف اليابسة التي تدور ملوى غ حول
 محور ك الافقي ويحمل هذا المحور ك طائر ق ق الذي
 يستعمل لانتقال الحركة مع الاستظام وبالجملة فمحور ك ينقل عمل آلة
 البخار الى ما يسمى بعامود الطبقة

وبالجملة فالآلة التي وصفناها آتفاغير الحركة المستقيمة من اعلى الى اسفل
 ومن اسفل الى اعلى مثل حركة مكبس ح الى حركة مستديرة مستمرة
 كحركة طائر ق ق وحركة عامود الطبقة المتحركة بمحور ك
 ولنبحث الآن عن كيفية انتقال البخار نارة من فوق المكبس ونارة من تحته
 وعن كيفية تجمع البخار من جهة المكبس عند ما يخرج البخار المتجمع من
 الجهة الأخرى بتأثير الحرارة

وشكل ١ لوحة ٩ يدل في الآلة ذات النتيجة المزدوجة على قطع مواز
 لمستوى رافعة ل ل الكبرى وطائر ق ق
 وبيان لوحة ٨ نعرف الطريقة التي بها يحصل البخار وقد رأينا انه عند
 خروجه من القازان يمر بأبوية ث

ولوحة ٩ شكل ١) تدل اولا على اسطوانة ث ث المستقيمة
 الرأسية التي يتحرك فيها مكبس ح واسطوانة ث ث الظاهرة
 التي محورها مثل محور اسطوانة ث ث المستقيمة غلا فالها وبين هاتين

الاسطوانتين يصل البخار من القازان من مجرى ث شكل ١ لوحة ٨
وفي حرف ث شكل ١ لوحة ٩ يرى ما يسمى بالدرج وهو كناية عن
نصف اسطوانة رأسية مخرقة تتحرك في تعشيق على صورتها وفيما يرى على
قياس كبير لوحة ١٠ مطيح ث شكل ٢ وارتفاع شكل ١ و
بين الدرج والاسطوانة الخارجية اى غطاء ث ث فراغ به يتم مزايا البخار
الذى سنبينه بالتعاقب

ففي شكل ١ لوحة ٩ وشكل ١ لوحة ١٠ يكون الدرج
صاعدا هما المكن وفي شكل ر لوحة ١٠ يكون نازلا بالكبسة وهذه
هى حركة البخار في هذين الموضعين

ففي موضع شكل ١ لوحة ٩ و ١ لوحة ١٠ الذى يكون فيه
الدرج عالياً ينقل البخار الذى يوديه القازان من صه بين درج ث
واسطوانة ث لكي يصعد فوق اسطوانة ث ث مجرى ع وينزل
المكبس وفي موضع هذا الدرج يكون اسفل الاسطوانة مشتركا مع قنات
و و مجرى و شكل ١ لوحة ٩ التى توصل للمبرد أو المسخن
فعند ذلك يسخن البخار الداخل تحت المكباس

ومتى وضع المكباس الى آخر سيره فان الدرج يصعد ثانياً و يأخذ الوضع الذى
يدل عليه شكل ر لوحة ١٠

والبخار الذى يأتي من القازان ويمر في صه ينزل في نقطة و تحت المكباس
الذى يطأه وبالعكس ينزل البخار المجتمع على المكبس في نقطة ع وفي وسط
ث من الدرج الى و لكي يرجع في نقطة و في المسخن فاذن يصعد
المكبس

وشكل ١ من لوحة ١٠ يعرفنا الطريقة التى تكون بها سدادة ص
مفتوحة كثيراً أو قليلاً وهذه نتيجة سنيها

فاذن نقول ما الطريقة التى يصعد وينزل بها بالتعاقب درج ث فاجاب
ان دائرة ه الخارجية عن المركز شكل ١ لوحة ١٠ توضع على

محور ض من الطائر ويكون الطوق المعدني الذي تدور فيه هذه
الدائرة مثبتا على مثلث من م وتكون ل التي هي رأس هذا المثلث
متحدة مع رافعة ل ح ح المتقاسة بالذراع ونقطة ح تدل على محور
ثابت تدور حوله الرافعة متى دارت الدائرة المختلفة المركز مع الطائر وهذه
الدائرة تقدم مثلث من م تارة وتؤخره أخرى وهذا ما ينشأ عنه حركة
صغيرة لتذهب رافعة ل ح ح وإياها وبالجملة فإنه يصعد وينزل بالتعاقب
طرف خ الذي يرفع وينزل قضيب ف ف الرأس المثبت على النهاية
السفلى من درج ب (شكل ا-ب) ومتى دار الطائر دورة كاملة فإن المكبس
يسير سيرا كاملا في الصعود والنزول وكذلك الدرج يسير مثله في الصعود
والنزول مع غاية السرعة وإذا ابتدأت الحركة مرة في السير تستقر على الدوام مع
الانتظام

ولنتقل الى حالة التركيب المتعلقة لتسخين البخار فنقول اننا نرى رافعة ل
الاقضية شكل ١ لوحة ٩ التي تطلع طرفها وينزل بالتعاقب قضيب ل
الرأسى لكي يفتح ويغلق مجرى ه للماء الذي ينصب في المسخن وتكون هذه
الحركة المتوالية لحركة الدرج منتظمة برافعة ل ح ح المتقاسة بالذراع
وتستعمل بطلمبة ح ل اخراج الماء المسخن وتكون هذه الطلمبة
بمختركة هجر وه من متعلق بموازى اضلاع ل م ن و وبالجملة فإن
كل من ب ك ا م ح و ح يصعد وينزل في آن واحد

وفي الآلة ذات التثبيت كما في الآلة ذات النتيجة الواحدة يكون الماء المبرد
بعد أن يمص البخار ويقع من نقطة ك الى نقطة ك مرفوعا بطلمبة
ح الاولى وبطلمبة ح الثانية

وشكل ١ يدل على كيفية تسحق الذكر هنا وهي مجرى ف ف التي يمر
فيها الهواء والماء المبرد والمجذوبان بطلمبة ح وقد يخرج الهواء بلا معارض
عند ما يرفع لولب ف ف ويقع الماء المبرد المصفي من هذا الهواء في حوض ر
الذي ينزل منه في القازان بواسطة طلمبة ح ح

وهناك طلومبة ثالثة ح ح تستعمل لجذب الماء البارد ولاستلاء
 حوض ر الذي يوصل في نقطة ه الماء المعتدل للتبريد
 ثم ان لوحة ١١ تبين لنا على قياس كبير عدة تفاصيل مهمة من آلة واط
 المعبر عنها في شكل ٢ لوحة ٩
 وقد بينا في لوحين بحرفي ح ح مكبس الطلومبة الاولى التي تفرغ ماء
 التبريد ويصرف ف انبوبة تفريغ هذا الماء مع سدادة ف واشكال
 ٦ و ٧ و ١١ لوحة ١١ توضح لنا هذه الاشياء مع الافادة والتفصيل ويرى
 ان ماء التبريد متى جذب تحت مكباس ح فانه يقف للولب ه ويكون
 مكبس ح متشعبا لولبي ش ش الذين يقفحان عند ارتفاع المكباس
 ويمتنعان بضلعي ل المعبر عنهما بالقياس الكبير في شكل ٥ و ٦
 وعلبة م المشقة تترك مكباس ح ح يجمع الاحكام
 واشكال ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ١١ تبين لنا تفاصيل المكباس المعدلة
 ويكون هذا المكباس مركبا من قاعدة اسطوانية جارية من نافورة واحدة
 وتصنع الجوزة كما يرى في تقطعي ف ف في القاطع شكل ٤ وعلى الجزء
 الخارج من هذه القاعدة نضع مع الاستدارة كلام من صفى قطعي ا ا
 الكرويتين المتضاعفتين المذكور مقطعهما في شكل ٤ وارتفاعهما مذكور
 في شكل ١ و ٢ و ٣ وسطهما في شكل ٢ وتكون هذه القطع معشقة
 منتظمة ويكون الانضمام محكما بحيث يكون طرف الصف واقعا على طرف
 الصف الاخر في وسط كل قطعة وبالجملة تكون ابواب ث ث مضغوطة على
 قبوات د د الاقضية الموضوعة على جهرزة ف ف واقول ان هذه
 الابواب تكون مضغوطة بمرورها وتندفع الى الخارج صف القطع وتجبره
 على كونه يلتصق مع الدقة والضبط مع جانب الاسطوانة الداخلى الذي يتحرك
 فيما المكباس فها راع استعمال الاسطوانة والمكباس المدرج ويرى في شكل ٤
 غطاء ه ه المثبت الذي يتم صلاية الآلة وهذا الشكل يبين لنا ضيق
 المكباس الذي صورته كصورة الزاوية العائرة في اسفل ثمة المتحدة مع

جوزة المكاس واما قطعة الحديد الاقية المبرعها بحرف ϵ فانها تنضم
 القضيب الى الجوزة وهذا الانضمام يكون ملتبسا بسيطا
 وفوق شكل ٢ يوضع في نقطة θ و γ و δ مسقطا القيود ذات الصغيرة
 التي يكون مضموما عليها هذان المستطان وتكون هذه القيود ذات مثبتة
 ببريمة على جوزة المكاس

ويبين لنا شكل ٨ على قياس كبير جذا حركة المدير أو حركة الحاكم المبرعته
 بحرف ζ من شكل ١ لوحة ٩ والكور المدينة المبرعته بحرف ζ
 بناء القوة المتباعدة عن المركز كما ذكرناه في المجلد الثاني من هذا الكتاب
 في الدرس السادس تميل الى البعد عن عامود ϵ الرأسى متى ازدادت
 سرعة حركة دوران هذا العامود ولما تبعده هذه الكور عن العامود فلما ترفع
 طرف δ المحيط بعامود ϵ ويرفع بواسطة الطرف الداخلي فرع
 χ من رافعة $\phi\phi$ وبناء على ذلك ينزل فرع هذه الرافعة المبرعته
 بحرف ϕ وبذلك تدور ملوى χ وتعلق مع التدرج شيئا فشيئا سدا
 ψ وهذه السدادات الحلقوم تنفع بالعكس عندما تاتى آخر الحركة وتقرب
 الكور من محور دورانها

وفي لوحة ١١ يدل شكل ٩ و ٢٠ في قياس كبير على مقطعي انضمام
 رفاص $\lambda\lambda$ شكل ١ لوحة ٩ مع البيلة التي توصل الحركة
 للطارخرف α هو رأس الرفاص وحرف ϵ هو بيلة التي تنقسم الى
 فرعي α و β و θ هما الجسامان من حديد كل واحد منهما يستعمل
 على فرعي البيلة و δ هما مسندان من نحاس منضمين بلجأى θ
 و η هو محور الدوران و ϕ هو الحلقة المستعملة لتثبيت الابلة على
 فرعي البيلة وتضم مساند δ كثيرا و قليلا على محور η وسأزيد
 بعض تفاصيل أخرى على آلة $\alpha\phi$

وعلى غطاء المكاس يوضعون قطع ϵ شكل ١ لوحة ٩ من نحاس يتصل
 باطن الاسطوانة ويكون لهذا الصنع حنفية في جزءه الاسفل واذا اردنا دهان

جوانب الاضطراب أو لا لتلطيف الحكال المكبس ثانياً لنسج مرور البخار من
اعلا إلى اسفل وكذلك من اسفل إلى اعلا فتملا القمع زينا ونسجه بغطاء محكم
ثم نعرف الزمن الذي يكون فيه المكبس فوق سيره ونفتح خنفيه القمع مدة الزمن
اللازم لوقوع الزيت الذي يحتوي عليه هذا القمع على المكبس ويجرى على
سطحه المائل من المركز إلى المحيط

وفي أغلب آلات البخار يكون وضعها كوضع الطائر على بعض قراريط من بعد
الحائط التي تفصل الآلة من المحل الذي تقل منه الحركة فإذا تأخذ في بعض
الاوراق احتراسا ناعما وهو ثيميت لوح من حديد الزهر مثقب عدة ثقوب
موضوع على قوس دائرة يكون نصف قطرها اصغر من نصف قطر الطائر ومتى
عملت بعض توصيلات للآلة تحتاج في الغالب لطلوع المكبس وزواله وفي هذه
الحالة بواسطة الروافع التي تدخلها في ثقوب هذا اللوح المسبوك من السبع
معادن المضموم على ذراع الطائر تصل إلى تدوير هذا الطائر مع السهولة وتوقف
قوة آلات البخار بالضرورة على مجهودات المكبس التي تحصل منه على حسب
قوة البخار وبواسطة البارومتر الزيني الذي يسمى مانومتر يوضع مع البخار الذي
كيلوغرام

يخرجه القاربان بقياس ضغط هذا البخار فإذا فرضنا أنه يحدث ١٠٣٥ ر
في كل سنتيمر مربع اعني أنه يتحرك بضغط الكرة الهوائية فقط وضربنا عدد
كيلوغرام

سنتيمرات سطح المكبس المربعة بهذا العدد ١٠٣٣٦ ر فإنه يحصل
معنا الضغط الكلي الحاصل على المكبس المقروض الثابت وإذا ضربنا هذا
العدد بالمسافة التي يقطعها المكبس في جريانه الكامل فنتج معنا الزمن
والقوة الديناميكية التي تحصل بضغطة المكبس وبالجملة ينشأ من هذه القوة
المضروبة في عدد ضربات المكبس التي تؤديها الآلة في اليوم تأثير الآلة
الكلي الذي تحدده في كل يوم وليس هذه الحسابات الا قاعدة تقريبية
كما يرى حيث انها تفرض ان البخار يتحرك بالتساوي على المكبس مدة

سيره كما اذا كان ساكنا

* (الدرس الرابع عشر) *

(في الكلام على الاسكات البخارية ذات الضغط المتوسط والضغط العالي)

قد استعمل ارنور أوولى مع التجاج قوة البخار بضغطات اكثر من ضغطات
الجو البسيطة وللآلة التي ابتدعها وصف مخصوص وهي ان لها اسطوانتين
عوضا عن الاسطوانة الواحدة في الاسكات الاخر وارتفاع الاسطوانتين
واحد واحد اهمام موضوعة على جانب الاخرى ومحوراهما رأسيان كحور
الاسطوانة الواحدة المستعملة في آلة واط

ولتين بحرفى ث ش شكل ٤ لوحة ٢٣ الاسطوانتين اللتين
يتحرك فيهما مكاسا ح ع المتحركان برصاص واحد وتلقى مباشرة
اسطوانة ش البخار المحرك الذى تأخذه من القازان بفتحى ا ر ويتصل
بالجزء الاعلا من اسطوانة ش بالجزء الاسفل من اسطوانة ث وكذلك
الجزء الاعلا من اسطوانة ث مسبوكة يتصل بالجزء الاسفل من اسطوانة
ش وبالجملة فاسطوانة ث يكون لها اتصال بالمسجن في قطعة ه ف
وبواسطة السدادات يمكن فتح وغلق اتصال كل مجرى من ا ر ه ف مع
الاسطوانات ومتى فتحنا منفذ ا من القازان مع الاسطوانة الصغيرة فان
منفذ ث الذى هو بين اسفل الاسطوانة الصغرى واعلا الاسطوانة الكبرى
يكون مفتوحا كذلك مثل منفذ ف الذى بين اسفل الاسطوانة الكبرى
والمسجن وتكون الثلاثة منافذا الاخر التي هي ر ع ه مقفولة وتفتح
متى قلعت الثلاثة المتقدمة وبالجملة يلاحظ ان المكبس يبعدها وينزلان
في آن واحد فاذا فرضنا مثلا انهما يلغقان اقصى درجة من الارتفاع في سيرهما
متى ابتدأ البخار بالاستقبال من القازان في اسطوانة ش بمجرى ا فيدفع
ذلك البخار المكباس الصغير من اعلا الى اسفل وبهذا الضغط يقل البخار
الموضوع تحت مكبس ح في الاسطوانة الكبرى بمجرى ث على مكبس ح

الذي ينزل مثل المكبس الصغير واما البخار الذي يوجد تحت المكبس الاكبر
فانه يصير في المسخن الذي فيه يجذب الماء المبرد حيث انه مضغوط بهذا
المكبس وبهذه الطريقة يصل المكبس الى اقصى درجة في سيرهما فاذا نزل
منافذ اشبه في وتفتح منافذ هـ هـ وهذا يحصل النتيجة المخالفة
وينقل البخار الجديد اولاً من القازان تحت المكبس الصغير والبخار الذي كان
يوجد فوق المكبس الاصغر ينقل تحت المكبس الاكبر ويرفعه وبالجملة يصير
البخار المجموع فوق المكبس الكبير ساخناً بمنفذ هـ الى ان يصعد المكبس
ويبلغ اعلا درجة من الارتفاع في سيرهما

وينبغي لنا ان نلاحظ بان المكبس الصغير يكون مدفوعاً بالبخار مع جميع قوة
الضغط التي تكون له في القازان بخلاف البخار الذي يتقل من الاسطوانة
الصغيرة الى الاسطوانة الكبيرة فانه يشغل مسافة كبيرة ويحتل في الامتداد
وبالجملة نستنتج من قوته لا امتداده منفعة عظيمة واذا اعتبرنا كمية البخار
المسخن في كل ضربة من ضربات الرصاص فالتارى ان البخار لا يسخن الا اذا
كانت قوته المرنة مستعملة بطريقة نافعة في معظم امتداده وهذا ما ينشأ عنه
فائدة عظيمة جداً في آلة واط المستعملة بدون حركة البخار يكملون في كل
ضربة من المكبس حجماً من البخار يساوى حجم الاسطوانة من ابتداء المكبس
الى القاعدة السفلا وذلك اذا كان المكبس في النقطة العليا الى القاعدة العليا
مضى كان في النقطة السفلا فعلى ذلك يوجد توفير جيد في آلة وولف ويظهر
لنا من اعظم النتائج النافعة المحصلة من الآلات المبنية على مقتضى هذه
الآلة العطوية

ولتسكم الآن على بعض تنبيهات تتعلق بالآلات ذات الضغط العالي
والمتوسط في نسبة منتظمة في اكدمية العلوم باسم الجمعية المنوطة باظهار
الفوائد والمضرات التي تنشأ عن استعمال آلات البخار ذات الضغط العالي
والمتوسط لا سيما بالطرق الى الامن العام ثم نشرع في وصف آلات وولف
وتبعها بوصف آلات تروتيك واوان

وتسلكم ايضا على القوائد والمنافع التي تتعلق بالآلات البخارية قول
يلزم ان نعد من جملة القوائد المعروفة للآلات ذات الضغط العالي الآلات
التي تشغل قلابا من المسافة فإذا اكتفينا بصرف قوة مفروضة يلزم سعات
كبيرة تحتوى على البخار المضغوط جدا اقل من السعات التي تحتوى على
البخار الذي يتفاوت ضغطه قليلا عن انضغاط البخار

فيستفاد من ذلك ان الآلات ذات الضغط العالي يكون استعمالها حسنا
اذا لم يكن هناك مانع وكنت المحلات التي تستعمل فيها قليلة الاتساع وجم
الارض كبيراجدا

واذا كان هناك قوائد في استعمال الآلات ذات الضغط العالي فيكون
بالخصوص في المحلات التي لا يبيع فيها كثير من العمارات الصناعية والمساكن
الخصوصية لكل عمارة من الورش الا كونها تأخذ مسافة قليلة الاتساع
في مسافة قليلة المراد منها استعمال قوة كبيرة لاجداث نتائج عظيمة جدا

وكذلك يكون استعمال الآلات ذات الضغط العالي مفيدا في داخل المعادن
التي لا يؤخذ فيها الا مسافة قليلة بالنسبة للمسافة التي تؤخذ في القلاة

فمن ذلك نرى ان الآلات ذات الضغط العالي تكون مستعملة كثيرا في المدن
الصناعية والاشغال المعدنية

والآلات التي لها ضغط عالي فائدة اخرى اكبر من الفائدة الاولى تتعلق بتوفير
الوقود الناشئ عن تأثيرات الحرارة المرتفعة

ويمكن ان نيز هذا التوفير بطريقة حقيقية على مقتضى الحالة المحككة
وبالنسبة الى تأثير الآلات الكبيرة البخارية المستعملة في اشغال معادن
قوة كورنويل ييلادانكترة

ولاجل معرفة القوائد التي يجب على اصحاب معادن كورنويل ومستخرجيها
البحث عن وسائل ازيد للحصول الآلات البخارية وكذلك عن قياس نتيجة
الطرائق الخاصة بطريقة زيادة هذا النوع يمكن ان تأتي بهذه
الملاحظة وهي ان مصروف الآلات واستعمالها في نزع المياه في معدن

كبير من القمح يبلغ سنويا ٢٥٥٠٠ لوراسترلنغ اعني نحو
٦٣٠٠٠٠ فرنك

فلذلك اراد عدة من اصحاب معادن النحاس والقصدير الموجودين
في قوتة كورنويل سنة ١٨١١ ان يعرفوا حقيقة الشغل الجبلري
بالآلاتهم البخارية فاتفقوا على كونهم يعلقون في كل واحدة من هذه الآلات
البخارية عدادة مصنوعة بتعشيق الطارات مثل تعشقات الساعات الدقاقة
فصارَت هذه العدادة موضوعة بحيث ان العقارب تين على وجه الساعة
الدقاقة عددان تجاجان رقاص الآلة البخارية وينطبعمل هذه العدادات
وملاحظتها ميكانيكي مؤتمن يعول عليه وصارت آلة كل عدادة باسمها
موضوعة في علبة مقفولة بفتح لا يمكن لاحد غيره تغيير عقاربها
او ابطالها

وقد عمل للآلات ذات العدادة طرق تين (أولا) اسم المعدن (ثانيا) ابعاد
اسطوانة الآلة المستعملة في استخراج هذا المعدن بسيطة وكانت هذه
الاسطوانة أو مزدوجة (ثالثا) الضغط الذي تحمله هذه الاسطوانة بالنظر
الى سطحها وطول نافورة المكبس في الاسطوانة (رابعا) عدد طبقات
الطلومبات (خامسا) الارتفاع المتصّب لكل طبقة (سادسا) مدة
الشغل (سابعا) مقدار ما استهلك من الفحم المعين بالميزان (ثامنا) المسافة
التي يقطعها المكبس في الطلومبة (تاسعا) الوزن بأعداد الارطال
المرفوعة الى قدم من الارتفاع بميزان الفحم (عاشر) عدد ضربات المكبس
في كل دقيقة (احد عشر) اسم صانع كل آلة والمحفوظات اللازمة
لهذه الآلة

وقد قابلنا على حسب هذه الدائرة العظيمة من التحاريب المصنوعة على
القياس الاكبر المطلوب قوة عدة انواع من الآلات البخارية من منذ
عشر سنوات تقريبا

وفي شهر آب سنة ١٨١١ كانت الآلات المستعملة في معادن

كورنويل الجارى عليها البحث الذى ذكرناه نرفع الى قدم من الارتفاع
١٥٧٦٠٠٠٠ رطل بوزن الفحم الهالك

ومن ابتداء شهر دقبر من هذه السنة نشأ عن التكميلات الحاصلة
في استعمال الآلات أوفى بعض من اجرائها نتيجة متوسطة قدرها من
١٥٧٦٠٠٠٠ رطل الى ١٧٠٧٥٠٠٠ رطل

وبعد التصليحات في هذا الجنس وعمل آلات جديدة اكمل من القديمة صار
مقدار هذه النتيجة في شهر دقبر سنة ١٨١٢ ١٨٢٠٠٠٠٠
رطل وفي شهر دقبر سنة ١٨١٤ ١٩٧٨٤٠٠٠ وفي شهر ماية
سنة ١٨١٥ ٢٠٧٦٦٠٠٠

ولاشك اننا نتعجب من هذا التعديل المتزايد الذى في مسافة ثلاث سنوات
ونصف ازدادت نتيجة الآلات المذكورة اكثر من ثلاثين في كل مائة
وكية الاحتراق واحدة وقد ازدادت النتيجة ايضا من ابتداء سنة ١٨١٥
بواسطة التكميلات التى صارت في عمارة المداخن والقاربات وجميع
الاجزاء المتركب منها الآلة

وترفع الآن آلات واط المستكملة بحريق مد من الفحم اكثر من
ثلاثين مليوناً من ارطال الماء الى ارتفاع قدم ويلزم لنا ان نقرن بهذه الزيادة
الزيادة الناشئة عن استعمال الآلات التى تفوق ضغطاتها الضغط البسيط
وهذه الآلات هى التى صنعت على منوال آلة وولف وعلى مقتضى
هذه الآلة عمل معدن ويالوور في كورنويل آلة باسطواتين قطر
متر

الكبرى منهما ٥٣ اصبعاً انكليزيا اعنى ١,٣٥ وقطر الصغرى
متر

١٣٥ ر

وهذه الآلة رفعت ٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل الى قدم من الارتفاع
بحريق مد من الفحم بخلاف النتيجة المتوسطة للآلات الاخرفانها لم تبلغ الا

٢٠٤٧٩٣٥٠ وطل مرفوعة الى هذا الارتفاع

وفي سنة ١٨١٥ نتج من آلي وولف نتيجة متوسطة قدرها

٤٦٢٥٥٢٥٠ وطل مرفوعة الى هذا الارتفاع

واحد المضار التي توجد في الآلات ذات الضغط المتوسط والضغط العالي هو تقيص القوة بفقد بعض الاجزاء الطيفة من تركيبها وبفقد البخار الذي ينتج عن هذه الاجزاء واذ عرقتنا حقيقة هذه المعارضة فيستبان لنا ان التكميلات الجديدة التي حصلت في عمارة العلب البخارية اقتضت بلا شك هذا الضرر العظيم

ثم اتابعنا النتائج التي تنسب للآلات البخارية المستعملة في معادن كورنيل في مجموع مخزن الفلسفة الذي جمعه ونشره الحكيم تولو احد اعضاء الجمعية الملوكية بلندره وتوجد هذه النتائج في هذا المجموع بشهادة اصحاب المعادن وبملاحظة الآلات البخارية المستعملة في جذب المياه ويرى في المجموعات الانكليزية الجديدة التوضيحات التي ثبتت الوقائع والحوادث التي ذكرناها

ونستدل على التوفير العظيم الخاص بالآلات ذات الضغط المتوسط على الآلات ذات الضغط البسيط بكميات الحريق الهالك الذي تكون قوته العليا منوطة بصانعي هذه الآلات المختلفة وذلك اذا كان يمكن التحقيق بان احاد القوة التي تسمى بقوة الحصان واحدة لنوع الآتين فاذا لم يكن هنالك شك اذا اعتمدنا على التعاريف المتشورة بالورشتين الكبيرتين اللتين نصنع فيهما في بلاد فرانسا الآلات البخارية على حسب احدي الآتين

ومما يستحسن كوثاناً خذ ثقلاناً تامر فوعا الى ارتفاع معلوم وحدة لقياس قوة الآلات البخارية عوضا عن البيان العام الغير المحدد وهذه كمية يعبر عنها مع المناسبة التامة باسم الدينام

فعلى ذلك تعرف نتيجة الآلة النافعة بمجرد عدد الدينامات التي يحدثها قوتها ويمكن للانسان غالبا ان يحقق بان لآلة البخارية درجة معلومة في القوة

اذا حمل مكباها ضغطا \llcorner كما فيا معلوما وقد المسافة التي يقطعها الثقل بهذا المكبس في ثانية واحدة

واما اذا جعلنا ضغط المحور وحدة لقياس جذب البخار فانه يلزم لنا ان ننسب مع التحقق هذا الضغط الى الضغط الذي بين العمود البارومتريكي الذي ارتفاعه ٧٦ ميليمتر على حرارة الثلج الذائب

فاذا رجعنا الى نسبته الاولى على موجب التفاصيل التي دخلنا فيها فستتج من ذلك مع التجربة التي لا تردانه لم يزل يوجد توفير لقوة البخار المحركة المرفوعة الى حرارة تفوق بعدة اضع الحرارة الموافقة لضغط الجو البسيط ولكن الى اى حد ينبغي وضع جذب البخار وما هو القانون الرياضي الذي ينشأ عنه نتيجة الاسلات البخارية بالنظر للحرارة والجذب الذي ينشأ عنها هذا مما لا يمكن معرفته بطريقة محكمة بمجرد النظر

وربما ينشأ عن التجارب الجديدة المصنوعة مع الاهتمام المخصوصة بالحسابات المناسبة لكي تعطى للتقويمات الاحاد الناقصة من مقدار كل نوع من فقد الحرارة والحركة انها تعطى العملية النظرية ما تنقص منها من الاستكمال الذي به تتم نتائجها المحققة مع تأثير الاسلات البخارية الحقيقي بالنسبة لدرجات الضغط المتنوعة

وبكفي الا ان التجارب المصنوعة مع الاهتمام مدة سنين عديدة اظهرت بطريقة حقيقة التوفير الذي يوجد في استعمال الاسلات التي عمل فيها البخار ضغطا \llcorner كبير من ضغط الكربين الهوائيين لاثبات تصورنا بالنظر لفائدة الضغوطات التي تفوق الضغط البسيط

والى الان لم تقابل الاسلات ذات الضغط البسيط الا بالاسلات ذات الضغط المتوسط فلنقابلهما الان بالاسلات ذات الضغط العالي التي من شأنها كما هو المعلوم الشغل بدون تسخين البخار

وقول من استعمل الاسلات ذات الضغط العالي هو ميسو تروونت في بلاد انكلترة وميسو اوليوه ايوان في بلاد امريكة

وفي اقليم بيرون اضطلع عدة من المعادن العظيمة حتى صار بعضها غير قابل للاستخراج لعدم اقدار الانسان على تنشيقها وفي هذه الحالة خطر يبال ناطر المعادن ان يعرض لمسيو ترويتيك في تحصيل الآلات ذات الضغط العالي الخاصة لجذب المياه من هذه المعادن النفيسة في مدة قليلة صار عمل تسعة آلات في جنوب انكلترا وقلت في اقليم بيرون في آخر سنة ١٨١٤ من الميلاد

فادت لهذا الاقليم عدة منافع حتى ان خازن دار هذا الاقليم عرض بان يرفع لمسيو ترويتيك تمنا لا من القصة يستدل به على اثار الدنيا الجديدة وتتكلم الآن على الآلات ذات الضغط العالي التي ينسب اختراعها الى اوليويه ايوان فتقول ان هذا المهندس الماهر عمل من هذه الآلات عددا جسيما نشأ عن معظمها توفير مبلغ في حرق الوقود

وفي فيلادلفي للماء وضت الآلة ذات الضغط البسيط التي كانت تستعمل في رفع المياه اللازمة للمدينة بالآلة ذات الضغط العالي المصنوعة على نسق آلة اوليويه ايوان بلغ مقدار التوفير في الحريق ٨٥ فرنكا في كل يوم بحيث يكون مقداره في السنة ٣٠٠٠٠ فرنك وذكر هذه الواقعة مسيو بارتقون في تاريخه الذي القه في الآلات البخارية لكن فات هذا المؤلف المذكور كونه لم يذكر كمية المياه المرفوعة ولا ارتفاعها ولا وزن الحريق المستعمل في احداث هذه النتيجة

ومن وفورا لفظ كون مسيو مارستير ذكر في رسالاته التي القها في شأن بحارة الاقليم الجمعية الخواص اللازمة للمحادثه التي نحن بصدد ها وقد ترفع الآلة المصنوعة في فيلادلفي في مدة اربع وعشرين ساعة اكثر من عشرين الف برميل من الماء الى ٣٠ مترا من الارتفاع وتحرق في اليوم $\frac{1}{4}$ ٤٣ استيرا من الخشب ولم تكلف الآلة ذات الضغط العالي التي تحدث هذه النتائج سوى ١٢٣٠٠٠ فرنك بخلاف الآلة ذات الضغط البسيط التي قوتها كقوة هذه الآلة فانها تكلف ٢٠٠٠٠٠ فرنك لتشغيلها في امرقة

مثل الاولى كما ذكره مسيو مارستير
واما الاثنان فانها تشغل البخار بضغط ثمان أو عشر طبقات جوية وعمل
في امره بجهلة من هذه الآلات ينتج منها عدة منافع اصلية
ولما عرض ديوان الاقاليم الجمعية بامر بقتة سنة ١٨١٤ من الميلاد في شأن
تقدم الفنون النافعة في ممالك اوينون ذكر اوليويه ايوان وعدم
فعالي الخيرونا في وطنه في هذا الاعراض فن ذلك أراد الديوان ان يعطى له
شهادة تامة ازيد من ذلك حيث اعطى له على سبيل الانعام مهلة عشر سنوات
بفرمان من الملك لتكميل اختراع الآلة ذات الضغط العالي مثل ما حصل
من مملكة انكلترا لمسيو واط وبولتون في تطوير اختراع الآلة ذات
الضغط البسيط

وقد انتشر استعمال الآلات ذات الضغط العالي بالتدريج شيئا فشيئا
في الاقاليم الجمعية كما افاده مسيو مارستير في سياحته بامر بقتة وعلى
مقتضى ما عرفه البعض من اناس يوثق بهم ان استعمال هذه الآلات يتسع
في ابريطانيا الكبرى عوضا عن كونه ينحصر

واما استعمال البخار المضخ فانه لم يزل صناعة جديدة ومع ما فيه من المنافع
التي نشأت عنه يلزم ان نعتبر ان هذه الصناعة بعيدة عن المنافع التي ستمتدتها
عند معرفة استخراج المنافع من نتائجها

ومن المحقق ان هورن بلوير اخذ سنة ١٧٨١ فرمان اختراع الآلة
الجارية التي تستغل باسطواتين بجهد ضغط الجو البسيط لقصد ان يستغل
البخار الداخل في الاسطوانة الاولى عندما يجد دليلا به الاسطوانة الثانية
وفي سنة ١٨٠٤ رجع مسيو وولف الى هذه العملية ولكن عوضا
عن كونه يستعمل في اسطوانته الاولى البخار الذي يؤديه القازان على حرارة
١٠٠ درجة او على ضغط الجو البسيط استعمل البخار المرفوع على عدة
طبقات جوية وهذا هو الذي اعطى له طريقة احداث الدفع الجسم وتحصل
على نتيجة نافعة اكثر من النتيجة التي كان ينتظر تحصيلها من آلة هورن بلوير

ولم تكن الحسابات التي فرضها وولف صحيحة في الاصل بل انه بمجرد ما زادت الحرارة تحدث ضغطات قليلة اقل مما يفرضها المذكور

ولوان وولف غلط غلطا كبيرا مثل ما غلط هورن بلوير واويان وتروتيك في منافع آله لم ينشأ من هذا الغلط عدم فائدة هذه الآلة حيث استقيت هذه القائمة في الجدول الذي ذكرناه في الدرس الثالث عشر صحيفة ٣٧٨ في شأن القوة الحاصلة من البخار المرفوع الى الحرارة التي تعادل ضغط عدة كرات بنزول تلك الحرارة

ويلزم في آلة وولف كما في آلة واط ان يخرج من الضغط الحاصل من البخار المحرك مقاومة الضغط الناشئ عن البخار الناقص في التسخين بالكلية وهذه المقاومة تعرف متى عرفت الحرارة التي يحصل بها التسخين

وينسب لوولف بعض تصليحات أخرى في آله لمنع فقد الحرارة فلاجل تدارك هذا القدر كان يلف اسطواناتها بغطاء عظيم يدخل البخار بين الغطاء والاسطوانات لكي لا يكون ظاهر الاسطوانات معرضا لتأثير الهواء الظاهر مباشرة ولا يفقد شيئا من القوة المحركة بواسطة البرودة

وقد عرضنا لتأدية البخار الذي يدور حول الاسطوانات في الغطاء الذي ذكرناه بواسطة قازان ومستوقد مفرقين وهذا ما ينشأ عنه فائدة التوفير في المصاريف والوقود

وقد رأى وولف ان آلات واط كان يمكن تصليحها بان يضع فيها البخار مضغوطا وقت احداثه ومنبسطا وقت عمله ويكفي لذلك ازدياد قوة القازان وكذلك غطاء الاسطوانة وتناسب تركيب السدايد وابعادها بحيث ان البخار الذي يأتي من القازان يصل بالتدريج الى الاسطوانة بمنفذ يتسع شيئا فشيئا بهذه الطريقة يمتد البخار المضغوط جدا قبل وصوله تحت المكبس ولا يقرعه بشدة خطيرة تضر بالآلة

ولا يلزم الا ادخال بعض البخار بحيث يملؤ بعد انبساطه جميع سعة الاسطوانة فعلى ذلك يلزم في هذه الآلة ثقل سداة مجرى البخار قبل ان يصل المكبس

الى نهايته ومن السهل كوتنا نحسب الى اى ارتفاع يصل هذا المكبس
في الوقت الذي تعلق فيه السدادة

وينشأ عن هذا التحسين مناسبة واضحة مع التحسين الذي علمه واط في آله
بامتداد البخار تحت ضغط الجو والقصد من الجمع الذي يبناه تنقيص
قصة السدادة البخارية بالتدريج عند ما ينزل المكبس عوضا عن كونه
يقف على بعض قط من نزوله وفائدة هذا الوضع تصلح الالة لزيادة على
ما هو عليه

فداخذ وولف اذنا ثانيا باختراع تحسين البخار في الاسطوانة التي يشتغل
فيها وفي سنة ١٨١٠ اخذ اذنا ثانيا لاجل تكميل القرمان الاول
وحفظ البخار الذي يمكن تشتته بين الاسطوانة والمكبس

ولهذا السبب منع البخار من ان يؤثر في المكبس بل يؤثر في سايل كالزيت او اى
معدن سيال متى كان البخار داخل في سعة منفصلة عن الاسطوانة،
والمكبس الذي يصل بهما بواسطة مجرى محمول من السايل الذي ذكرناه وهذه
التحسينات بدبعة مطابقة بالكلية

وفي سنة ١٨١٥ عمل في قوتية كورنيل الثان من الآلات البخارية
الكبيرة في المعادن المعروفة باسم ويال وور وويال ابراهام لاجل رفع
المياه وهاتان الآلتان هما اللتان ذكرناهما في القرمان المذكور في صحيفة
٤٢٥ وفيه ذكرنا انثال الماء المرفوع بالآلات بالاقبسة الانكليزية
وسخولها الآن الى اقبسة فرنماوية ونقوم بالاحاد الديناميكية نتيجة
تلك الآلات ولذلك علمنا هذا الجدول

ارطال ماء	سريق لاجل الاحداث		
	واحد دينام من النتيجة النافعة		٦ دينام من النتيجة النافعة
	٢٤ ساعة		بساعة واحدة
مرفوعة الى قدم من الارتفاع مع مد من الفحم	كيلو غرام		
١٥٧٦٠٠٠٠	٢٠,٧١	١٢٤,٢٦	٥,١٧
	١٩,٠٥	١١٤,٣٠	٤,٧٦
١٨٢٠٠٠٠٠	١٧,٩٤	١٠٧,٦٤	٤,٤٨
١٩٧٨٤٠٠٠	١٦,٤٩	٠٩٨,٩٤	٤,١٢
٢٠٧٦٦٠٠٠	١٥,٨٨	٠٩٥,٢٨	٣,٩٣
واذا استعملنا آلات واط بضغطا كبير من ضغط الكرة البسيط فالتا وصل الى			
كوتنا نحصل منها نتيجة نافعة هكذا			
٣٠٠٠٠٠٠٠	٩,٣١	٥٥,٨٦	٤,٣٣
النتائج النافعة التي تحدثها آلات وولف			
٤٦٢٥٥٢٢٥	٧,٠٦	٤٢,٣٦	١,٧٦
٤٧٩٨٠٨٨٢	٦,٥٥	٣٩,١٨	١,٦٣
ومن المحقق ان النتيجة النافعة في آلات وولف تنقص مع الزمن لفقد القوة			
التي تحصل من استعمال المكابس والسدايد والاسطوانات ويمكن هذا			
النقصان في القوة لا يظهر لنا جسيما كما يظن بل انه يترك لهذه الآلات فائدة			
مشهورة جدا ويمكن معرفة هذا بالجدول الآتي وبمحصولات الفائدة القليلة			
التي تحصل من الآتين الكبيرتين المؤسستين على حسب آلة وولف			
وها هو الجدول			
شهور	محصولات		
ماية سنة	١٨١٥	٤٩٩٨٠٨٨٢	رطل مرفوع الى قدم من الارتفاع
مارس سنة	١٨١٦	٤٨٤٣٢٧٠٢	
ابريل سنة	١٨١٦	٤٤٠٠٠٠٠٠	

مائة سنة ١٨١٦ ٤٩,٥٠٠,٠٠٠

فونية سنة ١٨١٦ ٤٣,٠٠٠,٠٠٠

ويرى (أولا) أن تسخين شهر مائة في السنتين واحدة (ثانيا) أن تأخذنا كمية شهر فونية سنة ١٨١٦ مقدارا عاديا للشغل مع هذه المدة فينتج عنه بعد ستة عشر شهرا من الشغل كمية الآلة المؤسسة على حسب آلة وولف وينتج عنه ايضا فائضة بالاقبل ٣٠ في كل مائة على آلة واط الكاملة وذلك اذا فرضنا أنهم يستعملون الات واط بضغط يفوق ضغط الكرة البسيطة فوقنا مائتا

وتختلف القازانات التي كان يستعملها وولف عن القازانات التي كانت تستعمل في الآلات التي لا ينبغي البصار أن يكون حاصلها في الضغط مغاير قليلا عن ضغط الكرة البسيطة ولما كان الماء المراد تصعيده موضوعا في اسطوانات صغيرة أي أنابيب من حديد وتسمى بأنابيب الغليان وحيث كانت هذه الأنابيب موضوعة في محل أفقي فكانت معرضة لتأثير الالهب مباشرة وفيما اتصال يرتفع به البخار ويرجع في الاسطوانة الصغيرة ويستعمل لذلك جملة من أنابيب الغلي يكون كبرها بقدر كبر قوة الآلة ويسهل معرفة السبب الذي كان يعمل وولف على كونه يستعمل عدة أنابيب الغليان ذات القطر الصغير عوضا عن اسطوانة واحدة كبيرة وذلك أن قوة الاسطوانات المعدنية لكي تقاوم ضغط السائل المرن المشدلة هي عليه هي كفاية عن قطر تلك الاسطوانات

ومن الضروري عمل هذه الأنابيب من الزهر اللطيف جدا وأن يكون ذات مقاومة واحدة في جميع أجزائه بحيث لا يخشى فسادها من جهة وكذلك لا ينبغي لنا أن نعتقد بان يعطى لأنابيب الغلي سمك غير محدود وقد ظهر بالتجربة أنه متى تجاوز السمك بعض حدود فان تبساط السطح الداخلي الذي بتأثير الحرارة لا يلزم أن يكون الامساك لسمك السطح الظاهري لا يمكن أن يكون كذلك بتأثير الشكل الاسطواني وأنه ينبغي للسطح

في تسمى سلك الاسطوانة غدة حدود

وفي لوحة ١٢ يدل شكل من شكل ٢ و ٣ على القطع الطولي
والقطع المعترض الذي يوجد في القازان المسبولة من حديد الزهر مع انبوبتي
بب الغلايتين وكلفونهما وقازان شث يتركب من قطعتين مجتمعتين
بواسطة زمامات ا الداخلية وحرف ت تبين محل الانسان وحرف ت
يدل على فتحة مجرى التغذية وحرف ت يدل على فتحة مجرى البخار و ص
يدل على سداة الامن و ب ب يدل على انبوبة الغليان المتصلة بفتحات
١١ مع القازان وحرف ف يدل على المستوقد

ثم ان مسيو ايدوارد شريك مسيو وولف قد ادخل في فرانسا آلات
بخارية تشتمل على قائمتي آلات واط وعلى ضغط آلات تزويك العالي
وقازاناته تشبه القازان الذي ذكرناه آنفا وكان يستعمل المسخن وكان
يحصل البخار كما يحصل في آلات واط ذات المتفتحتين

وقد عمل مسيو ريشارد العظيمة من هذا الجنس قوتها تساوي ستة خيول
أربعة وثلاثين ديتاما تستعمل في تحريك امشاط الصوف الغليظ وتنوب
عن ميدان له اربعة خيول لتأدية خدمة كان يلزم لها اثنا عشر حصانا

وفي هذه الآلة يوضع الكانون من الخارج ويحرق دخانه الخاص بمعنى ان
دخانه يستهلك فيه ولاجل تدوير هذه الآلة يكفي مكبسان وحنفيستان
وسدادتان ورقاص من حديد الزهر يكون موضوعا على اربعة عواميد على
شكل الهرم ذي الاربع زوايا ويتلقى في احد اطرافه حركة قضيب المكابس
بواسطة متوازي الاضلاع المزدوج ويوصل هذه الحركة للطلومبة الهوائية
المحتوية في المسخن ولما ترفع هذه الطلومبة الماء البارد من البئر فانها تصرف
استعمال الباش اي حوض الماء ويوصل الرقاص حركته ايضا الى ملوي
عامود الطائر بواسطة البيلة وهذا العامود يوصل حركة دورانه الى المحرك
الذي يحكم على حنفية ادخال البخار في سدادتي مجرى البخار المقفولتين بفضل
مزدوج ويفتحان بالتعاقب بواسطة الازهاب والاياب الناشئ كل منهما

من حركة الدوران العجيبة النافعة للحركة البخار مع المسخن وفي عامود المطاير
يفلق العامود الذي يضم الحركة على امتداد المصوف
وبعد ان تتخذ الطلوبة الصغيرة المفذية في القازان الكمية اللازمة من الماء
المخرج من المسخن وهي كمية يمكن تنظيمها على حسب الإرادة فان الزيادة
تسبيل في الخارج

وتتصرف اسطوانتا البخار الغير المتساويتين في غطاء واحد مسبوك
ويكونان غالبا محاطتين بالبخار الذي يجعلهما في درجة واحدة من
الحرارة مثل داخل القازان وتكون كلفة المكابس المعدنية مركبة من عدة
قطع من دائرة من النحاس مضغوطة من داخل الى خارج بالبيات على
الجوانب الداخلية المتعلقة بالاسطوانات البخارية وهذه الكلفة متصل
بالحسكا كما داخل الاسطوانات اكثر من استعمالها بسبب ضغطها البخاري
القليل وبالعكس ذلك الكلف المستعملة عادة فانها تصنع هذه الاسطوانات
وتحتاج الى تصلح جديد يستلزم كثير من المصاريف وقد قال مسيو
ايدوارد ان المكابس ذات الكلف المعدنية يمكن استعمالها مدة طويلة بلا
تصلح بالكلية فينتج عن ذلك توفير جسم في الآلة

ويوجد في حركة الحفريات اسطام كامل وكذلك في حركة مد ايد السيلان لاجل
التسخين وهذه السدايد توضع في علبة بخارية تكون قطعة واحدة من السبك
ومعلقة تعليقا بآلية قرب رأس غطاء اسطوانتي البخار

وقد حسن كل من مسيو اوتسكان واستيل تيمينا بديعا في آلة وولف
حيث استعمل ثلاث اسطوانات عوضا عن الاسطوانتين مع كائون بمستودع
يدور كما ذكرناه في لوحة ١٣ شكل ٢ و ٣

وبدل شكل ٢ على سطح دبزين ج الذي يدور على محور أفقي ويستعمل
محروط ث المعدني المزين بالاسنان المتخنية أو الملتفة في سقوط تراب
للفهم مع الاتظام كحلق الطاحونة في سقوط الدقيق في قادوس ل ت
شكل ٣ فعلى ذلك يمكن وضع القادوس في نقطة ل فوق المحروط

والتي تدور هذا المخروط تنزل القمم وتدور شبالة ج

التي يتلقى المربوق مع الاستظام في جميع دوراته

وتتكمّل الآن على آلات اولويه ايوان وزرووتك ذات الضغط

العالي فتقول

ان اولويه ايوان مثل ووتف توصع في قوة البصار الميكانيكية للحرارات
المرفعة واستتصافها منافع كبيرة باستعمال البصار في الآلات ذات الضغط
العالي ولكن اذا قلنا لتعويجات ايوان من اوجه كثيرة فالتأثير الآلة
التي احدثها هذا الرجل الماهر كثيرة النفع بالنظر الى توفير الحريق لاسيما
في الآلات التي يلزم ان يكون لآلة فيها قليل من الثقل بالنظر لقوتهم وقد أظهر
ايوان مختصر مؤلف ميكانيكي من معرجية الآلات البخارية وذكر
هوفيه قواعده ووسائله التي يعمل بها

ثم ان ايوان شرع في ان يستعمل للقازانات اسطوانتين مشابهتين لاسطوانتي
البصار وعبر عنهما بحرف ث ش شكل ٥ لوحة ١٣ واحدى
الاسطوانتين توضع في الاخرى تحت مركز الاولى بقليل متى كانتا موضوعتين
وضعا أفقيا ويتكون الموضع اللازم لتكون البخار فوق الماء الذي يغطي
بالكلية الاسطوانة الداخلية ويكون طول الاسطوانتين واحدا وكلتاها يلزم
ان تكون في عمق واحد وتعمل البار في الاسطوانة الداخلية التي تكون محاطة
في جميع جهاتها بالماء وبالجملة تكون الآلة داخله في البناء والمجرى التي توصل
للمدخنة توصل الحرارة في الاسطوانة الخارجية التي تدفعها مباشرة بجميع
طولها وقد استعمل ايوان لقازاناته احسن مصفح من الحديد ولم يعمل
التعوير من حديد الزهر الا بعد التحقق من ان هذه التعوير لا يضر الار

ويمكن ان تكون الآلة البخارية مؤسسة على مقتضى آلة تشبه آلة واط
ولكي يكون الميران منتظما بطريقة حسنة يلزم في الوقت الذي يرتفع فيه
المكبس الى نهايته ان تفتح سدادة لكي يدخل في الاسطوانة جرو من البخار الذي
ينزلها ويلزم ان تقفل هذه السدادة بعدما تترك كمية من البخار تنزل المكبس

الى اقصى درجة من جريانه ويوجد في طرف الاسطوانة الداخلي سداة اخرى تدخل كمية قليلة من البخار المرفوع الى الضغط العالي الكافي لصعود المكبس ثانيا الى اعلا درجة من سيره

ومنى كان اندفاع البخار يفوق ضغط الكرة البسيط فان الصيريه تسين ما يلزم من البخار المرفوع الى الضغط العالي المحدد لكي يملأ هذا البخار اندفاع مسافة مفروضة بان يتحول الى ضغط آخر معلوم

وذكر ايوان ان القاربان الذي يحرق كانه ٣٥ كيلو غراما وبعضا من الفحم في كل ساعة ويحصل خنفيه ذات قفحة كافية لاعاد البخار في التمرغ على ضغط كرة بسيطة فانه يعطى لهذا البخار سرعة ٤٠٦ امتار في كل ثانية

ومنى اراد ايوان استعمال ضغط ٨ كرات يجده انه يكفي دخول البخار الجديد في الاسطوانة مع الشدة أو بالمكبس الى الوقت الذي يقطع فيه هذا المكبس الجزء الثامن من سيره واعظم تسخين يكفى في انبساطه وتقدمه بان يدفع المكبس ويحرك الآلة الى نهاية سير هذا المكبس ومع ذلك كله رتب ايوان حساباته على فرض كونه يدخل بخارا جديدا في المكبس الى الوقت الذي يحوى فيه هذا المكبس ربع سير جديد

وقد استعمل ايوان لتغذية القازان طلومية صغيرة كابسة بارية لخسارات التصاعد واذا لم يكن هذا الماء خاصا فانه يحصل لحرارة القازان الداخلية نقص كبير وهذا هو السبب في كوننا فعل قازانا صغيرا جهة القازان الكبير ونسخنه لما بكوننا ننقل فيه البخار الذي يخرج من اسطوانة الآلة واما ان ننفذه مجرى الحرارة التي توصل الى المدخنة بعدما تترك القازان الكبير

وبهذا الوضع تجذب الطلومية الصغيرة الغذائية من البئر الماء البارد ومن الحوض او من مجرى ماء آخر لكي تضعه في القازان الصغير الذي يبقى مملوا دائما مع انه يؤدي الى القازان الكبير بلا انقطاع بمجرى المشاركة ولما استعمل ايوان المسخن البخاري استغل بوسائط تكميل الحركة

وفي آلة واط يسقط جرم من الماء الذي استعمله في التسخين ويخرج به بطولوبة
جاذبة في القازان لكي يغذيه ويقويه وحيث ان البخ اللازم لتسخين البخار
يدخل في المسخن ماء جديدا بلا انقطاع ويكون هذا الماء واصلا للقازان على
الدوام فيكون خروج الهواء المطروف في هذا الماء مستقرا كبقية رسوم
المواد التي يحتوي عليها الماء في التحليل وتبقى في قعر القازان عند تصاعدها
الماء ويتكون من هذا الرسوب قشرة غير موصلة للحرارة وهذا ما تسبب عنه
حرق معدن القازان واستهلاكه عاجلا ولتزد على ذلك انه يلزم ~~كثير~~ من
الرمز والمصاريف كلما اردنا مسح قعر القازان وهذه العملية تعاد غالبا
وهذا الكيفية التي يتداركها ايوان هذه المضمرات وهي انه يغمس في الماء
البارد المحيط بالمسخن ماء من معدن ذي حوض من الهواء ويكون الماء
المتوى في الاناء مجبور اعلى ان يصنع عرونة الهواء بوزن مستمر اذا خلا
في المسخن وطولوبة التفريغ التي يجذب الهواء والماء الحامى من قعر المسخن
فوصل لانااء البخ كيمة من الماء على قدر ما يحتوي هذا الاناء وما بقي من الماء
الذي يوجد في المسخن يجري بطولوبة التفريغ على الدخول في اقارن المغذى
بعد اخراج الهواء بقعة ذي سدادة مصنوعة في اعلا حوض الهواء المعمول
لهذه النتيجة على منفذ الماء من ابتداء المسخن الى قازان التغذية ويدخل ماء
المسخن باحد اطراف الاناء الجناخ ويخرج بالطرف الثاني للتدريج ويصير صالحا
للتسخين فبدلك يجنب ادخال الماء البديدي ويستمر على سير الآلة بكمية الماء
التي كانت فيها في اول الشغل

واذا قطرنا هذا الماء على الدوام فانه يتخلص مع السرعة من الهواء المشتمل
عليه ويصير الفراغ ناقصا متى اخذنا بجار الماء بخر الماء البارد وسنبين الدوران
الواضح الذي يحص آلة ايوان لوحة ١٢ فنقول (شكل ١) حرف ا
يدل على الاسطوانة البخارية و ب على الاسطوانة المشتملة على مرقش
(اي حجر خام) الذي فيه يسخن البخار عند اتقائه بجرى ث و ب

يدل على اتبوبة التفرع و د على طلوبة المياه لبارد الذي يتصل بقصة
 د مع السعة التي تشغل على الميرقش و ه على طلوبة غذائية و ج
 على الرافص و ح على نقطة ثابتة لكثير الإصلاخ و ك على نقطة
 اتصال قضيب المكبس بالرافص و و على القضيب المعلق من جهة
 في ييلون ح الثابت ومن الاخرى بالرافص لمنع من ان يجر قضيب المكبس
 خارج الاجزاء الرأسى بان يتركه على مسند الى مفصل ل و م على
 البيلة و ن ن على طائر شكل ٤ وهو منقطع رأسى ذو علبة بخارية
 وسدادة اقية يعبر عنها بحرف ا البخارية وتكون حركة دوراته مستمرة
 و ب على العاود الموصل بالحركة الى سدادة ا بواسطة تعشيق غ
 المربع و (شكل ٥) يدل على قطع أفقى على حسب خط س س من أعلا
 الى اسفل و (شكل ٦) على وجه السدادة الداخلى و (شكل ٧)
 على سطح قاع ف ف و (شكل ٨) على العلبة التي عليها تدور سدادة ا
 وفيه الفتحات المستديرة ا ا -

وسدادة ا تكون مشقوقة بفراغ د المربع بعرض واحد على مسافة
 المحور العام من العلبة ومن السدادة مثل فتحات ا - المستديرة وعلبة
 ف ف مثقوبة تقارأيا بثلاث فتحات ا ا - ر ش و ا هو
 المجرى التي توجد تحت مكبس الاسطوانة البخارية و ر تدل على هذا
 المكبس و ش التي هي فتحة أخرى قريبة من العلبة تشترك مع المسخن
 ويصل البخار بقصة ع ويقتل بحرف د بمجرد ما تفتح د على
 سمت ا أو - وبناء على ذلك توصل البخار الى القازان نارة فوق مكبس
 الاسطوانة ونارة تحته و تحت العلبة يدل على مجوف ه شكل ٤ و ٥
 الذي عرضه يكتفى نارة لغطاء قحات ا ا و ش وأخرى لفتحات
 ر - ر ش وهذا ما يشترك المسخن مع البخار الذي يوجد من جهة من المكبس
 مع ان البخار يتقل من القازان الى الجهة الاخرى من المكبس و (شكل ٨)
 يدل على سدادة الامن و ث هو البريمة التي جرؤها المفقول ينطبق على

طرف مجرى ب (شكل ٨) متصل بالقازان ويصنعون بالجزء الآخر
الذي يدخل في الأنبوبة متقويًا بثلاثة تقوي لنفوذ البخار و (شكل ٩)
هو سطح السدادة وحرف ر ر هو الرافعة الذي ينضم على البريمة بواسطة
ثقل ع وشكل ٦ يدل على ارتفاع البريمة وشكل ٧ يدل على
السطح الأفقي

وقد اخذ مسيو تروونيك ومسيو دويان سنة ١٨٠٢ فرمًا
باختراع آلة بخارية ذات ضغط عال بدون تسخين مطبقة على جبر العربات
على الطرق العادية ولما وجدوا عمل ذلك يحتاج لكثير من التعب والمصاريف
اقتصروا على كونها بحيثان عن طريقة تطبيق قوة البخار على حسب العربات
في الطرق التي يوجد فيها الرجز الجبل

وفي سنة ١٨٠٤ صار هذا الاختراع الحديد معروفًا في سكة الحديد
المسوبة الى مرتان تودويل ييلادفرانسا

وفي سنة ١٨١١ استعمل مسيو بلنكاسوب البخارات المسننة
التي عليها تجري عجلات العربات المسننة كذلك المحرك بقوة البخار لا غير وهذا
يبيع اتباع الانحدارات الكبيرة والقليلة من غير ان نحشى ان الآلة لا تسير على
الجزرات كما تسير على السطوح المنحنية

وفي سنة ١٨١٢ اخذ مسيو ايدوارد ووليان كاهمان فرمًا
لاستعمال التهاما المحركة على سلسلة ممتدة في جميع طول الطريق ومثبتة
في اطرافها وتعمل هذه السلسلة دورين في مخرج محفور على اسطوانة أفقية
مختركة بقوة البخار وهذه طريقة تشبه الطريقة التي يستعملها البخارة لكي
يرسو على المرمى بالهلب

وينسب لمسيو برتون ابتداء آلة عظيمة بديعة تحرك قوة البخار على
الروافع أو السيقان الصناعية التي بها تدفع عربات البخار على الطريق مثل
اندفاع العربات النقلة بواسطة الشغالة

وقد ذكرنا في لوحة ١٢ شكل ٥ و ٦ طريقتين راسيتين للعربات

البحارية المستعملة على الطريق التي فيها اثر البحر المتسوية لكانسورت
في ابريطانيا الكبرى

ونرى ان الاسطوانة الكبرى المغطية للقازان محتوية على اسطوانة ث
الصغرى التي فيها موضع النار كما ذكر في صحيفة ٤٤٢ وتكون اسطوانتا
ا ب موضوعتين في القازان الذي يشقاه الى قطرة ا ب اللذين يكونان
معشقين فيما على صورة العربانة البسيطة وتكون قضبان المكابس موضوعة
من الاعلى على روافع ل ل و ل ل المعترضة وعلى هذه
القضبان تعلق بيلات س س التي تزيد دوران طارات العربانة الاربعة
بواسطة شوحية موضوعة على أحد انصاف اقطار كل طارة وتتحرك على عود
اسفل البيلة ويرى في ت ت (شكل ٥) دليلان لتنظيم حركة
المكابس ومنع البيلات من ان يفسد سيرهما الرأسي وتنفذ حركة الادراج
التي تشبه الادراج التي ذكرناها البخار بالتعاقب فوق كل مكبس
وتحت ويرى في ق ق الانبوبة التي فوصل البخار ثانيا الى المدخنة التي
ينفترق فيها ولاجل فتح الدرج وقطعه تحرك دائرة ه الصغيرة المتوسطة
المنتقطة المركز المثبتة على كل محور رافعة ١ و ٢ و ٣ المتقاسة بالذراع
التي تؤدي لتضيب ٤ حركة الذهاب والاياب وبناء على ذلك تؤدي رافعة
٥ و ٦ الصغيرة حركة الدوران لكي تفتح سداة البخار وتغلقها
و ف (شكل ٥) هو طلمبة صغيرة كابسة لتغذية القازان و ع
(شكل ٦) هو العربانة التي تحمل الماء والوقود اللازم للآلة و ع
هو سلسلة ارتباط العربانات المحروقة بالآلة ويدل (شكل ٧) على احدى
العربانات التي يرى فيها زمام مع ذراع الرافعة الاكبر التي تستعمل لتحريكه
في التزول و ز (شكل ٦) هو السلسلة الغير المتناهية التي تتعشق
في شكلين منوربين مثبتين على المحاور لكي يكون للبيلات حركة واحدة
متعلقة بها على الدوام
(وشكل ١) يدل على الماؤمتر التي تكلمنا عليها في الدرس الثالث عشر

الدرس الخامس عشر في الكلام على مراكب النار وعلى قياس شغل
الآلات البخارية

واعظم استعمال من الاستعمالات المهمة في الآلات البخارية هو استعمالها
في الملاحة وسنيز في هذا الغرض خلاصة اعراضنا لكدمية العلوم على
رسالة مسيو مارستير التي في علم الملاحة ولتزد عليها التفاصيل
الاصطلاحية التي لم تكن داخله في هذا الاعراض ووجدنا الهامد خلا
في كتابنا هذا فقول

من المعلوم ان الملاحة كانت بطيئة في التيارات الصغيرة والانهر الكبيرة
في مقاطعة التيار واستهلاك مقدار جسيم من الناس والخيول بصعوبة الجزر
وقد صارت الملاحة على الجيوات الكبيرة وعلى الابحر سهلة للانسان بقوة
الهواء وبواسطة القلوع لكن لا تعمل هذه العملية الا بالمشقات العظيمة ويحصل
لها مع ذلك موانع في بعض الاوقات لا يمكن اخلاص منها مدة القروطونات
لاسيما مدة سككون الرياح وتكون بطيئة صعبة متى هبت الرياح المختلفة
فلهذا كان مثل هذه الاسباب العديدة القوية يتقص الفائدة التي تنشأ عن
قوة الرياح في الملاحة

واول من عمل بعض تجارب عظيمة بوسائط آخر ميكانيكية تنوب عن قوة
الرياح هو مسيو دو كيه الفرنساوي وقد حصلت نتائج تجارب واشتهرت
من ابتداء سنة ١٦٨٧ الى سنة ١٦٩٣ في مينه مدينة هاور
وفي سنة ١٦٩٨ نجح القبودان ساويري في بعض تجارب مهمة
في مملكة انكلترة باعانة حاكم وورستير فعمل الآلة البخارية التي تسير
بالطارات ذات التوايت وهذه الطريقة بعد مضي قرن نجت بالكلية
في الطريقة الجديدة للملاحة

ولكن لم يخطر ببال الرئيس ساويري ان يدخل في القوة المحركة القوة التي
استعملها بآلاته البخارية ولم تكن كاملة بحيث تحدث مثل هذه النتيجة
ولما كان جونا تام الهللي في سنة ١٧٣٦ مساعدا على تكميل

هذه الآلة المنسوبة لنوويكان ظن ان في طاقته تطبيق هذه الآلة على تحريك المراكب بالطارات ذات التوايت فاخذ لهذه النتيجة تقريراً والزمن نفسه بلا طائل بقرويج الرياسة البحرية بملكة انكلترا بالنظر الى مقاصده فطرده ولم ينجح في ذلك

ومن جملة ما اعترض به على هذه الرياسة كون قوة امواج البحر لا تقصد جميع اجزاء الآلة التي توضع في البحر الى عدة قطع متفرقة بحيث تحركها في الماء وقال جوناثانام من المستحيل كون هذه الآلة تصبح مستعملة في البحر وقت الضرورة وعندما تكون الامواج قوية مضرّة

ومع كون جوناثانام مخترع مراكب النار كان لا يظن ان يمكن اجراء ذلك لكن التجربة اظهرت بعد ثمانين سنة امكان ذلك مع الفائدة وقديمت لنا هذه الخاصية كمال تقدم التصورات من ابتدا الاختراعات الى انشاها الذي حصل في العصر المتأخرة

ويظهر ان مقاصد جوناثانام لم يصير اجراها اصلاً وانما في سنة ١٥٧٥ عمل مسيو بريير اول مرة مركب نار ولم تضع هذه المركب على وجه الماء الا كدسارت مع قليل من السرعة حيث ان قوة الآلة المتحركة كانت لاتساوي الاقوة حصان وكانت هذه المركب لاتسير في مثل نهر السين مع تلك الوسائط الضعيفة فلذا ترك مسيو بريير مجهوداته ويثمن من تجاربه وفي سنة ١٧٨١ كان مسيو غوفري اوفر خطا في مقاصده حيث عمل في مدينة ليون مركباً كبيراً لابعاد طولها ٤٦ متراً وكان نهر السادون بطى التيار ولهذا كان يسميه قيصر بالبطى التيار فلذا كان يصلح للتجارب من امثال هذا الجنس من المراكب ومع ذلك فكان بعض عوارض قد اوقضه عن عمله مع انه كان يمكنه التماذي في مشروعه ولكنه لما ظهرت هذه العوارض والتقلبات ترك فرانسا

وقد نال مسيو دسيلانك بعد هذه التجارب بخمسة عشر اوشمانية عشر سنة من الحكومة الفرنسية قرماناً بتعمير مركب النار

وبعد ذلك بجدة قليلة اتى في مدينة باريس ميكانيكى واكتسب فيها شهرة عظيمة جدا وهو فلفون الذى عمل عدة تجاريه في هذا الغرض بقرى جزيرة السينا ومن ابتداسه ١٧٨٥ الى سنة ١٨٠١ ظهر ميلير الدالونستون وكلاوك وسماجتون في مدينة ايقوميا واستانوب ومسيو بوتير وديكاسون في مملكة انكلترة ولكن لم ينجح في مشروعه احد منهم فجاها قطعيا

ومن ابتداسه ١٧٨٥ و ١٧٨٦ الى سنة ١٧٩٠ استعمل في امرية كل من مسيو ونيك ومسيو رسمه في الملاحة قوة البخار ومع ما ظهر منهم من التجاريه النافعة جدا انضمهما مختقرين في بلادها فانتقلا الى اوربا لكي يظهر اختراعهما

وبعد مدة طويلة بسبب معارضة بينة لما لم يجد مسيو فلفون في ملاحة فرائس التجارية لسهولة ولا فوائد محقة ورأى ان اعراضاته احييت على اقل قنصل بخصوص استعمال المراكب البخارية لاجل تكوين العمارات الصغيرة المراد عملها لاجل النزول في مملكة انكلترة ويش من الناح في اوربا القديمة رجع الى وطنه ونوى على كونه يتقل في امرية الصناعة الجديدة التي ابتدعها في مملكة فرانس

وعضده في هذا المقصد مسيو لانجستون الذى كان اذذاك الى الاقاليم المجتمعة تحت حماية الحكومة الفرنسية وكان هذا الاچلى نفسه مؤلفا لعدة تجاريه لسفر مراكب النار في وسط البحر بقوة البخار وكان يتقل هذه القوة تارة بالطارات الاقية وتارة بالطارات ذات الاجنحة مثل طارات الطاحونة على شكل سطح الخط البرمى وشكل ارجل الوز والسلاسل التي لانهاية لها

ولما صارت اهمية الملاحة بالبخار معلومة وتعرض قوة الريح بوساطة ميكانيكية معلومة ايضا في امرية من ابتداسه ١٧٩٨ اعطى نوبورك الى مسيو لانجستون من ايام عشرين سنة بشرط انه قبل ٢٠ من شهر مارس

سنة ١٧٩٩ يعمل مركبا تسير في الساعة اربعة فوامخ
وقد حصل مسيو لانجستون بالاستعمال الذي عمله في الآلة البخارية
التي هي اكبر من آلة مسيو بوير بخمس مرات اوسمة فجاحا عظيما غير
ان هذه المركب لم تبلغ درجة السرعة المطلوبة لانه كان يستعمل مع ذلك قوة
قليلة جدا واما فلتون فانه زاد هذه القوة اكثر من ثلاثة اضعاف امثالها
وقد ازم فلتون الفرقة الانكليزية اعني واط وبولتون الانكليزيين عمل
آلة بخارية تساوي قوتها قوة عشرين حصانا ونقلها في امر يشق لكي يركبها على
السفينة الاولى التي عملها فويرك سنة ١٨٠٧ وهذه الآلة
ابتداء السباحة فيها ولكي تقطع مسافة المائة والعشرين فرسخا التي تفرق
فويرك من الالباني فرض اثنين وثلاثين ساعة في الذهاب وثلاثين
في الاياب فقط

ونشأ عن هذه التجربة ذهنة كافية في جميع العقول واجتمعت الجمعيات
العظيمة من جميع الجهات لتقيم عمارة مركب النار واستخراجها وصار اراد
بعض هذه المركب جسيما جدا والمنافع التي استخرجتها الاقاليم المتجمعة من
هذا الاختراع فاقت باقي المشروعات الخطرة

ونجاح مركب النار في امر يشق صار عماد قريب معلوما في اوربا فحينئذ
وجدنا استكشافا جديدا انتقل من الدنيا القديمة الى الجديدة ثم من
الجديدة الى القديمة وبالعكس وفي المرة الاخيرة ناصل في الارض بواسطة
المخترعين الاول

وفي سنة ١٨١٢ عملت اول مركب بخارية لاجل السباحة في جزيرة
سبيليا ونجحت فجاحا عظيما في ابريطانيا الكبرى

وفي سنة ١٨١٦ لما طفت بانكلترة وجدت فيها فن الملاحة زاهيا زاهرا
متسعا بالكلية فاعلمت مدير البصرة والقبائل بالحالة التي وصلت بها هذه
السباحة الى مدينة ايقوسيا وهناك تشرفت بمقابلته الشهير واط وتعلت
التجارب التي كان يشرع فيها ابن المعلم الذي كل الآلات البخارية وكان

شارعاً في تكميل تطبيق هذه الآلات على الملاحة
ومع ذلك حارت التجارب كاملة في فرنسا من ابتداء سنة ١٨١٥ ولكن
كانت الطريق التي كانوا يتبعونها قبيحة والآلات التي كانوا يستعملونها
غير كاملة وكانت الصعوبات والموانع المحلية كبيرة جداً في هذه المملكة
فلذا بطل سعيهم وفسدت الجمعيات في هذا الغرض

فبهذا كانت الحكومة الفرنسية ترى وقوع المصائب الكبيرة من الاختراعات
الناشئة من غيرة وولاء لا تبصر وترى النتائج العظيمة في بريطانيا الكبرى
زاهية كثيرة النجاح في امر يفة التي بسبب بعدها تصدق المبالغة في القصص
المروية عنها وكذلك تصدق السياحون فيما يقولونه عنها

وفي هذه الحالة كان مدير البحارة لا يتبع الطريقة الادراك والتعقل
فحزم على ان يرسل للاقاليم المجتمعة مهندسا ماهرا عاقلا يعرف هناك معرفة
جيدة الاشغال التي عملت قبل ذهابه في هذا الجنس وما نتج منها وهذه
هي مأمورية مسيو مارستير

وفي هذا الحال امر مدير البحرية مسيو مونتيجري بقودان القرقاطة
ان يحضر بالركب التي كان حكم دارها وقتئذ في ميناء امر يفة وان يبحث
عن وظيفة مراكب النار البحرية والجهادية

والقصود ان مسيو مونتيجري يطبع ملاحظاته النافعة البديعة على
مراكب النار بعد عمل الكتاب الذي ابتداء في اظهاره بخصوص الآلات
البحارية

وقد اطل مسيو مارستير كثيراً من الاشياء الغير المحققة وقرب الى الحقيقة
النتائج الغريبة التي كانت تنسب الى علم الملاحة بالبخار في امر يفة
فما اتقاده للمحفوظات الدقيقة وللانقيسة الصحيحة لم يجد شيئاً يصدق او يمتد
وحينئذ استنتج مسيو مارستير انه اذا اريد الوقوف على الحقيقة لا بد
وان يجد ان الطريقة الجديدة في الملاحة يتقص ومنها كثر من الفوائد بسبب
ذلك لا يصير قبولها في بخار اوربا وانهارها كما في بخار امر يفة وانهارها ولو كان

ثم فائدة نسبية قليلة الاهمية برهنت عليها انكثرة
وفي وقت الاضطرابات الكبيرة تظهر المنافع الكبيرة ولم تحقق اى قاعدة
كانت على الضبط والتحقيق الا باختراع مراكب النار وقد صار هذا
الاختراع مفيدا كثير النفع لاقول بل قد اخترعته

وفيما بعد بمدة قليلة سلت مدينة لوزيان بفرانسا الاقاليم امرىقة المجتمعة
سيرا حد انهر الدنيا الجديدة الكبار بتمامه وذلك عند مازلة التبر برون
المطرو دون او المحكومون في باطن الاراضى عدة ولايات متسعة كان لا يمكن
الدخول فيها حيث تبعدوا طريقا اخرى خلاف طريق الانهر التي تتفرع
بمسافات كبيرة ففي هذا الزمن ظهر مع النجاش من الملاحه من يفوق
في السرعة جريان المياه ولا يحتاج لاقوة الريح التي تصعد وتهبط من غير ان
يمكن الانسان الاحتراس منها ولا الطريق الجزر الغير المطروق على شواطئ الانهر
المعكورة المملوءة من جميع الجهات بالغابات الصغيرة

وفي ظرف مدة قليلة بمسافة خمسة عشر سنة تكون كثير من المدن على
الشواطئ التي كانت تعد في ماع الصعوبة سكان الضيع من القرى الصغيرة
واحتاط بهذه المساكن المنفردة كثير من القرى على جملة من المحلات التي
ذهبت فيها المراكب لجلب التجارة التي غيرت بنفسها سيرها بالنظر الى الاهالى
القديمة والجديدة الموجودين في ليون

وبطريقة ميكانيكية سهلت سكنى الولايات التي كانت خربة وتجمع فيها ملل
جديدة ونشأ عن طريق المشاركة هذه التي لم توجد الامن منذ خمسة عشر سنة
احوال صارت مقبولة لدى رتب التعهدات الكبيرة التي حصلت في شمال
امريقة وهذه هي ثمرة العلوم والصناعة بالنظر الى الجمعيات البشرية والاآن
لذا سارت المركب من مصب نهر مسسين فانه يمكنها ان تصعد على
هذا النهر وعلى نهر مسورى الى نهر الحجر الاصفر بان تقطع ٢٧٠٠
فرسخ بحرية اى ٥٠٠٠ كيلومتر (١٢٦٠ فرسخ بوسطة) اعنى انها
تقطع على جريان الماء الطبيعي من الاقاليم المجتمعة مسافة تفوق على طول

المائة وخمسين خليجا محفورا بإيدي الناس في ارض ابريطانيا الكبرى
وفي عدة ولايات من مملكة ليون يوجد القمح المعدني بكثرة وفي عدة محلات
تقل المراكب التي تنقل السياحين ومحصولات الصناعة الى البلاد المجاورة
للمعادن التي تؤدى لهم القوة المحركة ولعدم هذا الوقود يظهر في شواطئ
الانهر العظيمة كثير من الغابات الجسيمة التي مقدار ثمن اخشابها كما يقال
ليس الاستخراجها

ولا يمكن لاور كما ذكرناه سابقا لاسيما في جزؤها المثخن ان يوصل لهذه الدرجة
جميع السموات وجميع القوائد وان الملاحة بالبحار لا تحدث في الدنيا القديمة
تغيرات سريعة سليمة العاقبة كما في الدنيا الجديدة وسبب ذلك انه يوجد عند
الملل الاوربويه كثير من طرق الانتقال التي لم توجد باريقة ولكن لآلة
الانتقال الجديدة في كثير من الاحوال منافع مشهورة تستحق ان يبحث العالم
عن استكمالها شيئا فشيئا بالعلوم النظرية المطبقة على التجربة والمهندسين
بالعمل المطبق على النظر

وكانت المراكب الاولى التي عملها فلولون مسطحة مثل سفن القرن سابعة ذات
القعر المستوي وفي سنة ١٨١٣ ابتدوا في كونهم يدورون نصف هذه
السفن الاسفل ومن هذا الزمن كانوا يعملون جميع المراكب البخارية
بان يعطوا الانحناء نصفها الاسفل مداومة كبيرة في الطول والعرض ولكنهم
يجعلونها مسطحة جدا لكي تجذب قليلا من الماء

وقال ميسيو مارستير وله الحق في ذلك انه متى كان جذب الماء غير محدد
وبما صار كثير النفع من كونه يقرب من شكل الاغربة التي كانت من منذ
قرون صالحة للسياحة بالجنايف

طول المراكب عادة من ٣٥ الى ٤٥ وفي النادر

يتجاوز ٥٠ مترا

ويتغير العرض من ٤' ٥ الى ١٠ امتار

ويتغير العمق عادة من ٢ الى ٣

ويتغير جذب الماء من ٢ الى ٢

وكانت المراكب الاولى ضيقة جدا حتى انه كان لم يكن عرضها الا عشر طولها
واما الآن فان لها من العرض ربع هذا الطول او خمس ونشأ عن ازدياد
العرض تقص الطول والعكس ويجري الماء من النصف الاسفل بدون تقصص
قوة السفينة وبدون خلل في ثباتها الذي ازداد بهذه الطريقة وذلك اذا لم تقصص
نصفها

وبالجملة لاجل جذب الماء في السفينة العريضة يكون المقاطع المعقوسة
سطح اكبر مما يكون لها في المركب الضيقة وجزء المركب الذي يحمل ثقلا
عظيما من آلة الجرار والطارات بجميع لوازمها يكون كثير الخمج وبناء على ذلك
يكون محمولا بثقل عظيم من الماء

وبعد مساواة الاتقال التي تؤثر من اعلا الى اسفل وبضغطة السائل الذي
يؤثر من اسفل الى اعلا تكون السفينة عرضة للفساد قليلا

وفي بعض مراكب النار المعينة لمل البضائع تكون آلة الجرار موضوعة على
القنطرة وفي المراكب المعينة لنقل السياحين تكون موضوعة على الخنق
ونارة يكون عامود الطارات في وسط طول المركب ونارة يكون بعيدا من
المؤخر اكثر من المتقدم ويتغير في الغالب بين هذين الحدين

وفي المراكب المتحركة بالآلات ذات الضغط البسيط يندركون جذب الجرار
يفوق ثلثي الجذب اللازم لضغط الكرة البسيط اعني ان ارتفاع الزئبق في انبوبة
تستمر من طرف مع بخار القازان وبالاخر مع الهواء المطلق يندرك ان يرتفع
اكثر من ٥٠ سنتيمترا حتى كان ضغط الكرة المتوسط ٧٦ سنتيمترا
من الارتفاع الباروميترى

واعظم ملحوظة مهمة ذكرناها سابقا هي ان الاشخاص الذين يريدون عمل
المراكب البخارية على عدة انواع مختلفة بطل قصد هم في كونهم لم يتخلوا
اعظم طريقة يمكن ادراكها اكثر من كونهم يكتفون بالقوة المحركة
القليلة جدا

وكان يلزم قيل كل شيء معرفة القوة اللازمة لتأدية سرعة معلومة الى مركب معلومة ايضا وكان يلزم ايضا حساب ضياع القوة اللازم لجميع انواع الصلابة وعلى مقتضى هذا التقوم كان يلزم تعيين قوة آلة البخار المعينة لتحريك المركب واقل من شرع في هذه الحسابات ونجى فيها هو فلتون وابتداء من التجارب المعمولة في بلاد انكلترا بالجمعية المرتبة لتكميل العبارات البحرية ولم تؤدله هذه التجارب بلا شك سوى تصورات تقريبية ولكن كان هذا التقريب كافيا ليدل على اى حد يلزم السالك فيه ومن ثم نجى في مشروعه وتحقق منه مع التأكد ولم نزل نطلب هذه الحوادث حيث انتهت لنا على شجاعة الاختراعات للبدعة وتبين للصوريين انه لا يكتفيهم تركيب مبادئ آلاتهم بالمعارف القليلة ولا يتقنون بالتأنيج الحقيقية اذا كانوا لا يعرفون سيرها بالتجربة المعمولة على موجب الحسابات

وكا انوا يعتبرون ان فلتون رجل من العقلاء حيث انه اول من نجى في السياحة بالبخار وكا انوا يمتنعون هذا القبح عن اغلب اسلافه في هذه المادة ومع ذلك كانوا يذلون جهدهم في نجاحه بالخصوص فبعضهم كان يعين استعمال التوايت وبعضهم يعين استعمال الآلة البخارية واطهروا انه كان يسهل تغيير وتأثير هذه الآلة المتعاقب الى حركة الدوران كالحركة التى تناسب التوايت بل وانهم عمروا مركب النار التى تشتمل على جميع هذه الوسائط وتسير ولومع السرعة القليلة ولم يتحص سوى ازدياد هذه السرعة زيادة مناسبة بان تزيد القوة المحركة من غير ان تجرى الى تراكم ميكانيكية خلاف التراكم المعروفة قبل والذى فعله ان فلتون كان مساعدا فيما قلناه بالتجارب وبوسائط الحساب وبعد نجاحه ضاع فضل اسلافه كله وانجى من عقل الاهالى وهو الذى حاز بفسرده خسر القبح واما الآخرون فلم يذكروا في بعض التواريخ الا قليلا

ولما لم يمكن فلتون توسيع مناقشاته النظرية بقدر ما كان يلزم لتقييم طريقه الملاحة بالبخار لم يتحدث مع الدقة كلاما من الوضع والحجم والشكل الذى

يصلح لجميع الاجزاء التي تتركب منها شوحية مركب النار واما مسيو
مارستير فلم يلتفت لذلك بل ابتدأ في جمع التصورات اللازمة لهذا الوضع
والجسم والشكل اللازمة للمراكب العظيمة المستعملة بين مراكب الاقاليم
المجمعة ثم استخرج من التصورات الناشئة عن التجربة بسرعة هذه المراكب
والنسب الحسائية تكون قاعدة للمعمارية الذين يريدون عمل مراكب النار
بطريقة محسنة

ولاشك ان القواعد الحسائية هي التي تلزم لسير المراكب وازدياد البخار على
حسب ارتفاع حرارته وضياع القوة الناشئة عن احتكاكات جميع الانواع
المتخلفة واقول ان هذه القواعد لم تكن معروفة على وجه التحقيق بحيث يمكن
الانسان تحصيل نتائج كاملة صحيحة في تقويم النتائج التي تترقب على هذه
القواعد غير انه يوجد عدم اثبات مطلقا في المقادير الانجية التي يصلون اليها
بل يوجد في النسب التي ترتب بين الكميات التي يزيد اجرائها على موجب
الحسابات العديدة

ومع ذلك اذا راجعنا مع الاهتمام التجربة فالتا تحقق اخيرا اذا كانت القواعد
الحسائية التي علمناها بافرض تبعدا وتقرّب من النتائج الحقيقية المفروضة
بالطبيعة وتجاريب الفنون فاذن فحصل القواعد العملية التي لا يمكن
الوصول اليها بدون القواعد النظرية تقرّيا وهذه هي الطريقة التي تساعد
المهندسين في اجراءاتهم الذي لا يمكن للعلم ان يحكم فيه بتفاصيل صحيحة مؤكدة
وهذا هو المسلك الذي سلكه مسيو مارستير

فكان يبحث عن المناسبات التي يمكن وجودها ويمكن ان نعتبرها بالاكل
بلا ضرر مرتبة بين قوة الآلات البخارية وحجم الطارات وقواديسها وبين
ابعاد المركب الاصلية

وحيث ابتدأ في هذه التجاريب التي عملها ثمانية عشر مركبا اختبر سيرها على
النمط الآتي مقابل

اولا جذب البخار المعتاد ثانيا عدد دوران الطارات في كل دقيقة ثالثا

سرعة المكاس المتأهله لسرعة هذه الطارات رابعا فسيب سطح القادوس الى سطح المستطيل الذي قاعدته عرض المركب وارتفاعه مجرى الماء حامسا المسافة التي يقطعها ضلع القواديس في كل ثانية وهذه السرعة يلزم ان تكون كبيرة بالاقل كسرعة المركب وذلك اذا لم يزد ان جزء القواديس الداخلى يضرب الساتل في جهة مخالفة لسير المركب مادسا سرعة المركب المعبر عنها بالامتار في كل ثانية بالحسابات الرياضية وبالعدد في كل ساعة بالنسبة لاستعمال البجارة سابعا العدد الذي به يلزم ضرب سرعة المركب المقسومة بعدد حركات المكاس المتضاعفة لكي يبلغ قطر القواديس ثامنا الضارب الذي يبين نسبة سرعة المركب مع الاعداد الالائية وهى قطر اسطوانة الآلة مضروبا في جزر تربيع حاصل ضرب المسافة التي يقطعها المكاس وارتفاع عامود الزريق الذي يحمله البصار وهذه النتيجة تكون مقسومة بالجزر التربيعي المتعلق بحاصل ضرب عرض المركب وجزء الماء وقطر الطارات ذات الطاقات

وبالحسابات المعلومة في قضايا الرسالة الاولى وصل مسيو مارستير الى عدة نتائج لا يعتبرهم عظمها الا عبارات قريية من القواعد الحقيقية المجهولة وهذا شرح النسب القريية التي وصل اليها المؤلف

اولا ان تربيع سرعة المركب اصغر من قوة الآلة المقسومة على صلابة المركب وتربيع سرعة الطاقات المتوسطة يفوق هذه الكمية التي هي حد تربيع احدى السرعتين ولتحصيل هذا الحد يلزم ان الطارات تكون غير متناهية

ثانيا ان سرعة المركب تكون بالمعنى المستقيم الجزر التربيعي لقوة الآلة وبالمعنى المنعكس الجزر التربيعي لصلابة المركب ولكمية $1 \times \frac{1}{2}$ ويستدل على صلابة المركب بحرف r وعلى صلابة الطاقات بحرف 1

ثالثا نسبة كمية $1 \times \frac{1}{2}$ المحددة للمركب الى نسبة كمية $1 \times \frac{1}{2}$ المحددة لمركب اخرى مختلفة قليلا في الحدود وتكون سرعة

المركب تقرىا مناسبة لجزوة الآلة التريبي المقسوم على جزر تريبع
صلاية المركب

رابعا تكون سرعة المركب مساوية تقرىا للحد الجبرى الثابت المضروب
في جزر الحاصل التريبي من ارتفاع عامود الزيق الذى يحمله الجمار
ومن مربع قطر المكاس

ومن جريان المكاس

ومن العدد الذى يرتفع فى كل دقيقة

ويكون هذا الحاصل مقسوما بجزر الحاصل التريبي من عرض المركب
ويجريان الماء

وهذه النسبة الاخيرة توصل الى المقدار الذى فرضناه اولاً ضارب
السرعة البسيطة

وليس هذا الضارب عدداً ثابتاً بل انه يتغير من ٢٠,٢٩ الى ٢٧,٦٥

للمراكب التى اخذها مسيو مارستير انموذجاً لحساباته التى فرضها

ومتوسط جميع الضوارب الا واحد اتركه مسيو مارستير لانه ليس بمحققى

للمركب التى يتعلق بها اقول انه يساوى ٢٣,٤١ ومع ذلك اختار مسيو

مارستير عدد ٢٢ حتى ان الامثلة التى طبق عليها هذا الضارب الاخير

تظهر لنا انه كان يريد استعمال الضارب الاول

واذا طبق مسيو مارستير عدد ٢٢ على مباحث سرعة مركب البخار

الامن الكسور التى علمتها البخارة الفرنساوية فانه يجد سرعة اقل من ٠,٠٤

واذا اخذنا ٢٥,٤١ فالتايجد مقدار الايزيد عن ٢ فى كل مائة من

السرعة المفروضة بالبحرية

واذا اخذنا ٢٢ مقدار المتوسط الضارب كما علمه مسيو مارستير

فى رسالته فانه يكافى كثيراً من الحالات عدم تحصيل الدرجة الحقيقية

الافى العشر وهذا ما يحصل مثلاً للمركب التى سرعتها ساوى ٣,٣ فى كل

ثانية فالحاصل ضارباً مساوياً الى ٢٥,٢٤ فاذن ينشأ عن ٢٢ المأخوذ

ضارب سرعة ضعيفة جدًا نحو ١٥ في المائة
وإذا اخذنا ٢٣,٤١ ضاربًا فالتأخر سرعة لا تنقص عن ٨ في كل
مائة الأنادرا

وأما من جهة مركبي ديلار والافاليم المجمعة التي تفرض الضارب أكثر
من ٢٢ فينبغي لنا أن تبصر إذا كان لا يوجد في خواص صورتها شيء
متجاوز الحد يظهر نقصان هذه الضارب فعلى ذلك نرى في تأليف مسيو
مارستير أن لأحدى المركبتين صورة كثيفة جدًا وصالحه قليلًا للسير ومن
الما ترانه يوجد للمركب الأخرى عيب مثل ذلك

ومما يجب التنبيه عليه أن الضارب الذي بحث عنه مسيو مارستير يتعلق
بمسيكين الآلة البخارية وبالتعشيق التليل أو الكثير المصنوع لا تتقال الحركات
وبتركيب السفينة وبصورة لنصف الأسفل ومناسباته وعند تكميل هذه
الأجزاء المختلفة يزيد ضارب السرعة حجاما إذا لم يكن هناك مانع ولكن هذا
الازدياد الذي أظهره أعظم المهندسين بين لنا تقدم هذا الفن

و بتطبيق بسيط وصل مسيو مارستير إلى هذه النتيجة وهي أن سرعة
السفينة التي تسير على تقاطع تيار ماء مطلقا يلزم أن تكون بقدر سرعة التيار
مرة ونصف لكي تكون لقوة المستهلكة أعنى استهلاك الوقود قليلة على قدر
الإسكان ولكن مع ذلك كله تكون هذه السرعة أقل من السرعة المراد تحصيلها
لتمام ما تحتاجه التجارة لاسيما لا احتياج دوران السياحين

وفي الخلال التي تصعد فيها المركب بسرعة قدر سرعة التيار مرة ونصف يلزم
قدر ذلك ثلاث مرات من القوة المحركة إذا كانت هذه القوة تعجز على
الشاطئ أما بالآلة البخارية أو بميدان الخيل إذا اتقلنا من قطة معينة على
القرار أو على الشاطئ

ومنى كان التيار يسرع بما جدًا وكانت القوة مستعملة على الساحل فإنه
يصير كثير الفمدة في الصودا إذا جزم من هذا الساحل بحبل موضوع على
بعض نقط من السفينة فممكن فينبغي انتخاب استعمال الطارات المحركة

ذات الطاقات بقوة المركب الداخلية أولا اذا كان يلزم الصعود وكان للتيار قابيل من السرعة ثانيا اذا لزم النزول في كثير من الحالات وعرفت كيفيات هذه القواعد بكثير من الميكانيكية وقد استعملوا الطريقة الاولى في اجتياز القناطر وفي صعود الانهر السريعة السريعة انهم اختاروا على العموم الطريقة الثانية في نزول جريان الماء ولم تكن النتائج التي ذكرناها الامعية في وسط الرسالة وردت جميع قواعد الحساب في قاعدة من القواعد وهذه الطريقة وضع المؤلف رسالته على قدر طاقة المطلعين الذين ليسوا متولين بتطبيق تحليل نتيجة الآلات

وترك ايضا في رسالته الحسابات اللازمة للبحث التقريبي عن قوة الآلات ذات الضغط البسيط والعالي وعن نتيجة آلات الدوران المستمر المستعمل في سير مركب النار ووجد توفيرا كبيرا من الحريق في استعمال الآلات ذات الضغط العالي ولم يذكر الموانع التي تركتها في بلاد اوربا لاجل السياحة في البحر

وبعد ما ذكرنا معظم النتائج الحساسة التي وصل اليها ميسيو مارستير اتبعناه الآن في وصفه لمركب النار المصنوعة في بلاد امريته

وقد اصحب بتفاصيل العمارة والتراكيب والنبات السطوح الكامل المرسوم للمركب مثلا المركب المسماة شانسولير ليونجستون هي مركب ذات اربع عانة برميل متحركة بالآلة تساوي قوة ستين حصانا وفنطون هي مركب مشهورة حيث انها اول سفينة لم يكن لنصفها الاقوى قدر مسطح اثنى ووازنجتون وساواناه التي تحمل ثلاثة صواري منتصبة وهي التي علت سياحات في يوروك في ليوربول وبطرسبورغ فكادت تسير تارة بقوة قلوبها واخرى بقوة آلاتها وكذلك مركب باراغون التي جعلها المؤلف نموذجا للمركب النار التي تحمل القلوع على صاريين منتصبين

ويرى في بلاد امريته وبلاد انكلتة مركب متضاعفة النصف الاول مستعملة في اجتياز الانهر الصغيرة والسورة المسطحة الموضوعة على انصفيين

الاولى وعلى المسافة التي تفرقهما الى المسافة التي تتحرك عليها الطارات ذات الطاقات تصير هذه المراكب صالحة لاجتياز الخيول والعربات والمواشي وخلاف ذلك ولكن هذه المراكب سيرها قليل عما اذا كان لها نصف واحد متصل تكون سعته مساوية لسعة التصفين المنفردين ومتى كانت قريبة من مرسة الشاطئ فانها تسير باتجاه حركة الطارات فيحففون عاجلا السرعة المكتسبة التي بها المركب تنكسر على الارض وفي الاقاليم المجتمعة يستعملون بعض الاوقات جرائيل عوضا عن آلة الجنار في المركب التي يكون نصفها الاول مزدوجا وقد وصف المؤلف مشاركات الحركة التي تحتاج اليها هذه الآلة فقال اولاً متى كان ميدان الخيل افقياً ثانياً متى كان منحني وفي هذه الحالة تأخذ منفعة عظيمة من قوة الخيل بلا شك لكننا تبعتها كثيراً وقد لاحظ مسيو مارستير والمحقق معه ان تقدم المراكب بجرايل الخيل صار معلوماً في بلاد فرانس ويمكن ان نتحقق من ذلك اذا راجعنا مجموع الآلات النابتة المحققة باكدمية العلوم في سنة ١٧٣٢

والجزء الرابع من الرسالة الاولى الذي هو اعظم الاجزاء المهمة كان معداً لوصف الآلات البخارية المستعملة في مراكب امرينة ولم يعمل الامريقيون من منذ عدة سنين القارانات التي تستعمل في الآلات البخارية المعتادة المعرضة دائماً للماء الامن نحاس ورسوب هذا الماء يتصلب قليلاً بالنحاس الذي هو اكثر صلابة من الحديد بالنسبة للانشقاق وألين منه بالنسبة للطرق ومتى كانت المراكب تسافر مسافات طويلة يلزم تجديد ماء القازان في كل يوم عدة مرات لكي تمنع الرسوب من الدخول في القازان ويكفي في آخر كل سفرة تنظيف المراكب التي لا تمكث مسافتها اكثر من اربع وعشرين ساعة وعدد الساعات هذا يكفي في كونه يتكون رأسياً بحيث ان عمقه يصل الى ميلية ونصف وحيث ان هذا الراسب صعب ايس قال المؤلف انه يمكن للانسان ان يجذب لنفسه تصاعداً الماء الجري اثاراً على بعض

حرارة صلبة مصنوعة على القواعد المقررة وتشتمل عبارات الرسالة التي ذكرناها اتفعا على العبارات والتوضيحات التي ظن المؤلف انه لا يلزم ذكرها في رسالته

وأول ملحوظة كانت معتدة لراكب النار المشهورة التي رآها المؤلف في الميناء المختلفة أو التي سافر فيها وذكر مع الاعتناء السرعات التي حسبها بنفسه اما على مقتضى مدة سفرها واما على حسب قرب الزمن الذي قطعت فيه هذه المراكب مسافة تساوي طولها

وذكر مسيو مارستير بخصوص مراكب عملة فوريك صورة السياحة الكبيرة الداخلية واشتغل بتكميلها الآن الامر يشيرون والمركب السماء نورك موضوعة في خليج متسع على شاطئ جزيرة موضوعة في وسط نهر هودسون واذا سافرتان الابلان او من فوريك فاننا نجد ستة واربعين سدا ترفع المراكب الى ١٢٨ مترافوق نهر الهودسون ولما تجوب ١٨٢ كيلومترا فانها تصل الى رومة وتنزل من هناك في حوض تنسيه وتصعد بواسطة خمسة وعشرين سدا وبعد ذلك تدخل في بحيرة اريه على ٢٦٢ كيلومترا من تنسيه فاذا تجد نفسها في فوعة ١١٢ مترافوق الهودسون

وفروع الخليج المصنوعة بالنهر المطروقة توصل الى بحيرة اوتاريو التي يفصلها الآن عن بحيرة اريه مصب نياجاره الغير المطروق للملاحين وبشتمل نهر مسيسي على سطح يساوي نهر فرانساست مرات وهذا النهر الذي يتقل الطين بكثرة تكون حوافه معكرة جدا وله زيادة ونقصان بحيث لا يمكن ان يعمل على شواطئه طرق البحر

وتصعد المراكب على النهر عادة اما بقوة المجازيف او بجير الجبال من الشاطئ على نقط معلومة في بعض الاوقات من الطرف ومع ذلك لا تسير في كل يوم سوى ١٤ أو ١٥ فرسخا مع كثرة البحارة واستيقاظهم في السفر في جهات النهر التي يكون للتيار فيها قليل السرعة

وكأنوا يظنون ان سرعتهنر مسيحي مركبة من ثلاث عقد ونصف
مع انها لم تكن غير اثنين ونصف في الحقيقة ولذا طلبت المراكب البخارية التي
تسير بسرعة لكي تصعد على النهر فهذا الخطأ كان مساعدا للتقدمان
الفرن ونشأ عنه مجهودات كثيرة لتحصيل احسن المراكب السيارة وفي سنة
١٨١١ اخذ فلطون مزية لم تسبق لاحد قبله مكافأة لمن لويزان بالنظر
للسفر على هذا النهر بمركب النار

وتفيدنا المراكب المستعملة في امرينة عدة تغيرات مختلفة وهوان لبعضها
طارتين على الجوانب وبعضها لم يكن له سوى طارة واحدة موضوعة على
المؤخر مثل المراكب التي تسير دائما على نهر السين

وقد ذكر مسيو مارسستير جدول مراكب النار الاصلية التي تسافر على نهر
مسيحي وعلى الانهر التي تصب في هذا النهر واصعب بالعبارات الموضحة
اسم كل مركب عمل عليها تعليمات خصوصية

ومعرفة سرعة مراكب البخار لازمة لبيان نتائج الآلة وتوقف على مدة
السياحات وطول المسافات وقد بحث مسيو مارسستير عن هذه المسافات
وعن كونه يحدد مع التحقيق الاختلافات التي تبين المقادير التي عينها البحارة
والبحرانيون ثم ذكر حسابات فلطون التي عملها في تحديد نتائج قوة البخار
المستعملة في السياحة

والثلاث رسالات المشهورة التي تكلمنا عليها سابقا تبين المناقشات
الضرورية لحساب شغل عدة انواع من الآلات البخارية المستعملة على
شواطئ المراكب

والعبارة التاسعة الاخيرة تدل على وصف عدة طرائق مختلفة اخترعها
الامريقيون او عملوها في تعريض المجازيف لبعض وسائل أخرى
ميكانيكية

وقد ذكرت في لوحة ١٤ المسقط الرأسى شكل ١ والمسقط الافقى
شكل ٢ لمركب النار ويرى ان الطارة ذات الطاقات موضوعة على جانب

السفينة والآلة البخارية والقازان موضوعان على احدى حيطان المركب
وآلة مثل هذه الآلة موضوعة في الطرف الاخر مع الاستظام

وبقي علينا ان نذكر بعض ملحوظات على قياس النخل في استعمال القوى
الحركة لاسيما القياس المستعمل في الآلات البخارية ونستخرج هذه الملحوظات
من تقرير عرضته لاكاديمية العلوم

ولكي نتحرك آلة ونحدث منها نتيجة ميكانيكية نستعمل متحركات روحانية من
الناس والخيول والاثوار او غير روحانية كقوة الماء وقوة الريح والبخار
الماءى وهلم جرا

وتختلف هذه القوى في السرعة والشدة وتتحرك بطريقة غير محددة او مستمرة
وكما تكون متشابهة في نتائجها بل ويمكن لنا اخذ اى قوة من هذه القوى
حدا للتشبيه بالنسبة لجميع القوى الاخر

وقد اخذ المصورون حدا للتشبيه ووحدة للقياس الثقل الذى يمكن للعصان
رفعه في كل يوم من ايام النخل او في بعض ايام الشغل اذا كانت قوة الجذب
الاقبية محركة بلا اتلاف بين من القوة الرأسية وهذه هي كيفية ادخال هذا
الاستعمال في الآلات

واغلب آلات الجر كانت تتحرك بالليل وقت معاوضة هذه الحيوانات بقوة
البخار وكل صانع اراد استعمال آله على قدر الامكان من غير ان يغير
شيأ سوى مخرج الليل لزمه ان يطلب آلة بخارية يمكنها ان تعمل شغل
٢٣٤ من الخيول او اكثر من ذلك ومن هنا يظهر الاستعمال الذى
استعمله المعمارية في آلات البخار وعينوه بعدد الخيول التى تدل هذه
الآلات على شغلها في زمن معلوم

وتغير القوة مثل سرعة الخيول تغيرا عجيبا على حسب الهيئة والثقل والتركيب
والمسافة وعلى حسب الجنس الذى يتسبب اليه كل واحد من هذه الحيوانات
ويمكن ان يكون هذا الاختلاف من واحد الى ثلاثة بالاقبل اما لاجل عظم
الاشمال المجهولة أو المجرورة واما لاجل سرعة السير أو البحران بين الخيول

المتعاصرة في العمر المختلفة الذرية

ولتزد على ذلك أنه متى كانت الاهتمامات متكاثرة قليلا او كثيرا فان الاختيار وكية الموثوقة ~~يكون~~ ان اسبابا اخر للاختلاف الذي نراه في كية النتيجة التي يمكن الحصان احداها في السرعة المتوسطة التي يأخذها وقت الشغل في زمن معلوم

واول نتيجة تستخرج من هذه الاختلافات الكبيرة بين جميع كميات الحركة كما هي بين جميع السرعات هي النتيجة التي تستعمل قليلا وحدة للقياس ويمكن الحصان تأديتها

وبالجملة متى لم يستول الصدق على الشروط في المصالح بين معمارجية الآلات والخواص فان منافع الآلات يحضرون الآلات التي يريدون يعيها على سبيل ان لها قوة تساوي بالاقلة قوة اعظم المعمارجية ومعينة ايضا بعدد الخيول ولكن لما اضطر جوا هذه الآلات اكتفوا في كونهم يثبتون انها تحدث شغلا يومية مساويا الى شغل خيول الجنس المتوسط وطريقة غش مثل هذه الطريقة مستعملة اكثر من مرة فشأ عنها الدعاوى وفي كثير من الحالات لم يمكن المحاكم ان تتجاسر على كونها اسلم للصانع التقصير في عهده وان كان لا يني الصانع بالوعد الذي وعده وقبله المشتري حتى ان وجود هذه المضرات الكبيرة استوجب عناد اغلب اعضاء اكدمية العلوم

وعلى مقتضى التجارب التي شرع فيها مسيو برون لكي يقبس مع الضبط قوة آلات البخار على القضية الواضحة وحدة القياس الذي ارتضته اكدمية العلوم للحكومة ودعت سابقا جماعة من الوكلاء ليتفكروا في قياس العمة الذي يستدعيه استعمال آلات البخار ذات الضغط العالي واعضاء هذه الجمعية مسيو لابلان وبيرون وجيرار ومسيو امبير وكولوس دويان (مؤلف هذا الكتاب) اظهر ضرورة ترتيب قياس من هذا الجنس وهذا التقرير ذكر في صحيفة ٤٢٧ من هذا المجلد

وفي هذا الزمن عرض حاكم نهر السين للحكومة رسالة يذكر فيها لزوم تعيين

احاد القياس قوة الآلات البخارية

ومن التفاصيل التي استعملناها انما يظهر ان وحدة القياس هذه تكون في الحقيقة احدى الاقيسة التي يلزم للحكومة اقرارها لاجل الامر في الصناعة والتجارة على موجب اصول الحكومة

ومع ذلك فقد تعرض بعض الناس لترتيب وحدة القياس هذه فحينئذ يجب علينا البحث عن ذلك وزعموا اولاً ان هذه الوحدة لم تكن لازمة بالكلية ويكتفي في كل حالة ان نين بالاقيسة المترية الثقل الذي يمكن لقوة الآلة المحركة رفعه في زمن معلوم ولا شك ان مثل هذه العبارة يكتفي للمهندس لكن لم يكن لها الخواص التي تصبرها نافعة في الفنون بل انها صعبة على ارباب الصنائع اكثر من عدد الامتار المكعبة المدلول عليه بعدة ارقام حاصل ضربها في زمن معلوم يدل على قوة الآلة ومناسبات التقويمات العديدة المختلفة من هذا الجنس واما بالنظر الى الاقيسة التي لا تستدعي تركيها فان الانسان لا يتوقف ادنى توقف في اختراع تسمية مخصوصة مثل المتر المكعب المسمى بالاستير والديسمتر المكعب المسمى بالليتر وانه مع المعارضة التي عمت في شأن وحدة قياس القوى المحركة كان يجب علينا عدم تسمية وحدة قياس الانقال وكان يكتفي في تعويض ثقل ستيمتر مكعب من الماء بالغرام وثقل لاديسيمتر المكعب بالكيلوغرام بشرط ان يضاف عليه الثقل الخاص ومن السهل ان نرى انه اذا كان هذا العددين كمية من الكيلوغرامات ومن اللاديسيمترات المكعبة من الماء يمكن بيانه بالكيلوغرام الذي يبين لنا معرفة الثقل الواضح لاستعمال المعيشة والفنون اكثر من معرفة ثقل بعض السوائل المشتملة في بعض الاجزاء على بعض حرارات وهذه القاعدة يمكن تطبيقها على ثقل يمكن ارتفاعه الى اى ارتفاع في زمن معلوم وهالك ثلاثة اشياء مختلفة الحجم والمسافة المقطوعة والرمز المعلوم فاذا ن حيث ظهر مواضع اختراع تسمية خاصة للثقل البسيط فمن باب اولي نعطي اسما مخصوصا لوحدة قياس الشغل المركبة من ثقل مرفوع الى ارتفاع ما في زمن مفروض واى عدد من آحاد هذا الجنس يصير معبرا عنه

بنفس هذه الأرقام مادام مقدار الشغل واحدا ولو تغير ثقل السرعة
وسنين انه هل يجب علينا ان نذكر في تحديد وحدة قياس الشغل مدة اليوم كله
او بعضا منه فقط كثنائية مثلا فنقول قد رأينا سابجا ان بعض ارباب الفنون
المهاترين وصلوا الى ذلك بعدة اعتبارات صعبة

ولاشك اننا اذا نبنا شغل الآلات في الثانية المأخوذة وحدة القياس فنحصل
على سهولة عظيمة في مقابلة الحسابات التي ندخل فيها بالاعتبار سرعة الحركات
لا سيما اذا لاحظنا ان السرعة اللازمة للنقل تقاس عادة بالمسافة التي يقطعها
الجسم الثقيل في مدة ثانية ولكن يلزم ان هذه المسافة والسرعة التي يتما لم يعبر
عنهما بعدد مستدير بالاقيسة المترية وزيادة على ذلك تتغير هذه السرعة
في المحلات البعيدة عن مركز الارض وبناء على ذلك لم تصل الى معظم الفائدة
التي نريد تحصيلها وكذلك لا يصير استعمال السرعة اللازمة للنقل الا بالناس
اصحاب المعارف الكافية في الحساب لكي يعملوا العمليات الضرورية للسرعة
المفروضة في ظرف يوم بالنسبة الى السرعة التي تعمل في مدة ثانية ومن هنا
يظهر لنا صعوبة اخرى وهي ان قسمة الزمن القديمة التي قدر يومها اربع
وعشرون ساعة وساعتها ستون دقيقة والدقيقة ستون ثانية وهلم جرا هي التي
سلكها عادة للناس في استعمال المعيشة والنجيات واما قسمة النهار الى عشر
ساعات والساعة الى مائة دقيقة والدقيقة الى مائة ثانية فهي القسمة التي
سلكها مورخو الطريقة الجديدة في الاقيسة وهذا التقسيم الدال على
فوائد عظيمة من حسابات علم الهيئة يجبرنا على عدم اخذ الثانية وحدة لقياس
الزمن في تحديد احاد القوى المترية

ويجبر هذا الخلط اذا اخذنا وحدة الزمن مدة النهار الفلكي وهذه المدة يمكن
تقسيمها فيما بعد الى اقسام جرتية على مقتضى الساعة والدقيقة والثانية وهذا
التقسيم يظن انه احسن بالنظر لجمعية الحسابات العلمية

واذا اتينا لوحدة قياس القوى المتحركة الوحدة التي يمكن الوصول اليها
في مسافة يوم الى آخر بمحركات روحانية او غير روحانية فالتابع الامثال

الذي ذكره الصنائعية المشهورون الماهرون
فلذا ان مسيو واط لكي يقيس قوة آلاته البخارية هو اقل من اختار
وحدة القوة التي يحددها الحصان في اربع وعشرين ساعة بدون ان يقف
او يتعطل بمجرد ما تنقص قوته اليومية

ثم ان العالم كولومبو الذي تتسب اليه المباحث العلمية في شأن القوة
الحركة التي يحددها الانسان والحيوانات قد اشتغل في المناقشات العلمية
لا سيما في حساب القوة اليومية التي يحددها الحركات الروحانية بان توصلها
الى ارتفاع بعض ائصال على ارتفاع معلوم

وظهر اعتراض طبيعي في معنى مخالف لهذه التبعيات الاولى وهو ان اشغال
الانسان والحيوانات لا تكون الا بعض ساعات من النهار على مقتضى ما ذكر
ومضى قومنا الشغل مدة اربع وعشرين ساعة فلا يمكن مقابلة السرعة التي تنشأ
عنه بشغل الذوات الروحانية المتقطع في بعض الاوقات ولا بشغل الآلات
التي لم يكن استعمالها على الدوام وهاك الجواب عن هذا الاعتراض وهو اننا
اذا استعملنا الآلات الثينة في الاشغال التي تستدعي مبالغ جسيمة
فان الصنائعية يجدون منخعة عظيمة في تشغيل الآلاتهم على الدوام وللآلات
البخارية يجدون ايضا ربحا خاصا اذا ما وذل انهم لا يحتاجون الى تجديد كمية
من حرارة كل يوم قبل الشروع في التشغيل ولم يقدروا الوقت الذي يقتضي
بين حضور الشغلة وشغل الآلة ولما كان تقدم الصناعة الطبيعي عندنا
من الامم هو كفاية عن استعمال الآلات الكاملة شيئا فشيئا واستخراج
القوائد من المبالغ المترابدة على الدوام ~~حكم~~ المرغوب فينتج من ذلك ان
الفريقات تسع دائرتها في الشغل بعض ساعات زائدة في كل يوم وتنتهي
بشغل مستمر ويمكن لنا ذكر كثير من الصانع التي يكون فيها الشغل مستمرا
في فرنسا ويزيد هذا الشغل بكثير في ابريطيا الكبرى عن فرنسا ويزداد هذا
العدد في فرنسا كلما تقدمت الصناعة

فعلى ذلك وحدة القياس المعينة في اليوم الكامل هي التي تقرب منها جميع

الاشغال بلا انقطاع

ولنلاحظ انه يسهل تحديد اشغال الانسان والحيوانات وحصره في مدة من النهار فان شغل الخيل مثلا اذا اشغلتها في الجري يبلغ عادة ثمانى ساعات اعنى ثلث النهار

واذا انشأ عن ثلاث جرات من الخيول القوية في اربع وعشرين ساعة الشغل المستمر الذى يحده الحصان المنتظم الشغال دائما فالتا نجد القوة اليومية تساوى بالاقل ٦٠٠٠ متر مكعب من الماء مرفوعة الى متر فاذا اخذنا لوحدة القياس ١٠ امتار مكعب مرفوعة الى ١٠ امتار فينشأ عن ذلك ان وحدة قوة الحصان القديمة على حسب رأى الصناعفة الفرنسية يلزم ان تكون ٦٠ وكذلك اذا اردنا آلة بخارية تعمل شغل ستة عشر حصانا ويلزم ان نذكر الالة التى تكون قوتها ٩٦٠ احادا وظهر لنا ان نأخذ للوحدة الديناميكية الثقل المساوى ١٠٠٠ متر مكعب من الماء المائل مرفوعة الى متر واحد مدة اليوم الفلكى او اذا اردت متر مكعبا من الماء المائل مرفوعا الى كيلومتر واحد وهذا المتر المكعب يكون وحدة قياس الثقل المستعمل في البحارة باسم البرميل

ونسمى الدينام وحدة قياس القوة المحركة التى تدل على ١٠٠٠ متر مكعب من الماء المقطر المحول الى اعظم كثافته او ١٠٠٠ برميل من البحر مرفوعة الى متر مدة يوم فلكى

واذا احسبنا الزمن على حسب قسمة الاعشار فان الدينام اى كمية القوى المنصرفة مع الانتظام في اليوم تعطى ١٠٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر لشغل اليوم كله وواحد متر مكعب مرفوع الى متر للشغل الحاصل مدة الدقيقة و ١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر للشغل الحاصل في كل ثانية واذا احسبنا الزمن على حسب القسمة القديمة فالتا نجد الشغل الحاصل كيلوغرام

في الثانية ٤٠٠ و ٨٦ جزء من الدينام او ٥٧٤ و ١١ مرفوعة

الى متر في كل ثانية

وفي الحسابات التقريبية التي تتعلق بالصناعة يمكن الاكتفاء بكوننا استدل

كيلو غرام

على شغل الدينام في كل يوم بعدد ١٢٠٦ مرفوعة الى متر في كل ثانية

عادية وبصير هذا العدد صحيحا في نحو جزئين اثنين تقريبا وهذا التقريب

اكبر من التقريب الذي يمكن تحصيله في الآلات المصنوعة مع

الضبط والدقة

وتظهر لنا التقريبات التي سنكلم عليها انه ينشأ لنا عن وحدة قياس

الشغل اليومي الذي سنكلم عليه ايضا مع غاية السهولة بيان شغل

الناس والخيول

وعلى مقتضى تجارب كولومبو يمكن ان يكون شغل الانسان ذي القوة

المعتادة مقوما الى ٥٠ برميلا مرفوعة الى متر وهو الجزء العشري من

الوحدة أو الدينام وبناء على ذلك متى صار لاي آلة متحركة قوة دينام فانها

تستغل شغل عشرين رجلا في رفع الاثقال

ثم ان اثني عشر قسما من التجارب المعروضة على ديوان انكلترا في شأن

شغل المسجونين المستعملين في تدوير طارات السير قد اياحت لبعض الفرنسيين

تقويم كمية متوسطة من شغل الناس المتقادين لهذا الجنس من الاشغال

وقدرها ٢٠٠ برميل مرفوعة الى متر واحد وهو الجزء الخامس من

الدينام وبناء على ذلك نقول انه متى كان لآلة قوة دينام فانها تساوي شغل

خسة رجال مستعملين في رفع الاثقال على محيط طارات السير

وعلى حسب التجارب التي ذكرها ميسيو برويا تحدث الشغالة المطلقة

الذين يسعون في النواحي كمية عمل يومية نحو ٢٥٠ برميلا مرفوعة

الى متر فعلى ذلك تساوي قوة الدينام قوة اربعة شغالة مطلقة مستعملة

في النواحي

واذا طبقنا هذه التجارب التقريبية على طريقتين من استعمال القوة البشرية

فالمشاهدان الآلة المحركة التي لها قوة دينام تحدث شغلا يوميا مثل ١٤
رجلا يشتغلون في الشايردانات لدى الاوتادوشغل ٨ رجال يشتغلون
في الملقات

ويصير لهذه التقريبات المعروضة على الصناعاتية المشهورين فائدة كبيرة جدا
ويلاحظونها باعظم اهتمام يوجد في مقابلة استعمال عدة طرائق مختلفة في قوة
الناس واعظم اختلاف يمكن تحصيله من النتائج على حسب الاختيار الذي
يعمل لهذه الطرائق العديدة المتنوعة ومقارنوا بهذه الحادثة فانهم يصحون
في جميع الاحوال عن كونهم يقربون من الطريق المفضلة جدا وباستعمال
هذه الطرائق مع عدد واحد من الرجال يمكن لهذه التقريبات احداث كمية
عظيمة من الشغل النافع وتقييمات عظيمة واعتبارات متشابهة تنطبق على
استعمال فعل الحيوانات

ولتقابل الآلة شغل الخيل بالوحدة الديناميكية كما ذكرناه فنقول ان
الحصان صاحب القوة المعتادة يشتغل في الجتر ٦٠ كيلو غراما بان يقطع
متر

١٣٠ في كل ثانية ويدوم على هذا الشغل ثمانى ساعات في كل يوم فعلى ذلك
نجد ان كمية شغله اليومي تساوى شغل ٢٠٩٣٦٠٠ كيلو غرام مرفوعة
الى متر وبالجمله يساوى $\frac{1}{8}$ قريبا من القوة المحركة المساوية لدينامين وفي
فرانسا تأخذ معمارية الآلات وحدة للقياس مثلثة لشغل المدة المثلثة
ويقرضون ان الحصان يجتر ١٤٠ وطلا مع سرعة ٢٠٠ قدم
في الدقيقة الواحدة ويقولون ان هذا الحصان يشتغل اربعا وعشرين ساعة
فاذن نجد كمية الشغل البحارى ٥٩٨٤ برميلا مرفوعة الى متر وهو كثره
أقل من $\frac{1}{4}$ في كل مائة قريبا من ٦ دينامات وبالجمله اذا أخذنا وحدة
القياس التي أخذها عدة من الصناعاتية القرنسوية في تقويم قوة الاتهم
البحارية فيلزمنا ان نقول اننا اذا جعلنا عدد الدينام الذي يدل على قوة الآلة
سته فيحصل معنا عدد الخيل مساويا لشغل هذه الآلة اليومي المستقر

وكذلك اذا اراد احد الصنایعية عمارة آلة بخارية لها قوة مستقرة تساوى قوة عدد من الخيول فينبغي له أن يضرب ٦ عدد الخيل فينتج معه عدد الدينام الذي يدل على قوت الآلة

قد اخذنا واط وحدة اولى للقياس اكبر من الوحدات التي اخذتها الصنایعية الفرنسية وهذه الوحدات تحدث شغل الحصان اليومى المستمر ٦٣٦٠ برميلا مرفوعة الى مترو بالجمله بقوة الحصان اليومية المستقرة المأخوذة وحدة لقياس آلات واط تكون ٦ دينامات و $\frac{1}{2}$ بقطع النظر عن بعض كسور تنافى في كل ألف ثلاثة وبالجمله تكون أقل من الاختلافات التي لا يمكن اجتنابها في الآلات المصنوعة مع الضبط وقلن ان من المقيدان نفرض للصناعة والتجارة القوة المأذون بها من طرف الحكومة التي يحددها الحصان المفروض انه يشغل أربعاً وعشرين ساعة مع بذل جميع قوته فمقدار الدينامات هو السهل في ذلك القريب من التقويمات الفرنسية

ثم أخذ واط وحدة أخرى مساوية الى ٧٣٠٠ متر مكعب مرفوعة الى مترو هي اكبر من الوحدات السوابق بدينام واحد وعلى حسب التفاصيل التي ذكرناها نرى ان انواع الشغل الاصلية يعبر عنها مع غاية البساطة بالوحدات الجديدة المترية التي سنذكرها وهي اثنا اذا أردنا قياس القوى المحركة القليلة الاعتبار فانه يسهل استعمال الوحدة متر مكعب مرفوعا الى متر فينتد تستعمل وحدات أقل من الاولى بألف مرة وبذلك يمكن نسجية تحت الدينام والاوى مليدينام ونشأ عن استعمال القياسين المتشابهين في المنافع التي تحصل من استعمال البرميل في الاقيسة الكبيرة التي تتعلق بالبحرية وبالكيلوغرام الذي هو اقل جزء من الدينام في الموازين المعتادة

ولنتم هذا الجملد بجدول المدن الداخلية التي جعل لها تحت الحكومة دروسا في الهندسة والميكانيكة المستعملة في الفنون وبعض المعلمين الى الآن لم تذكر

اینها و هم و قد تها کثیر من باقی المذن للاقتداء بتلك المذن

جدول يتضمن اسماء الاقالیم والمذن والنجوبات

الاقالیم	المذن	انجوبات
ابن	{ بورغ ناتبوا }	{ بلوکس هری }
اسن	{ سنکاتان قان }	{ جنسون شرحه }
الباء (العالية)	{ مازیر سیدان }	{ شرحه دوماثل }
اردانه	{ اکس ازریلاک }	{ وندلاق لکالیه ابن }
پوشروم	{ انجولیم پیچو }	{ کیران پاپی }
کاتال	{ والانس أوردکس }	{ لوسک شرحه }
شارانت	{ لویرس نیسه }	{ شرحه بروس }
سواحل الذهب	{ موتبلیر لویل }	{ الیکردوک کوش }
دررم	{ طرلوز پین }	{ وتری لوغراند }
أور	{ فورس سولانس }	{ شرحه بورجوا }
غاردر	{ سنتاسین بلابیه }	
هراندی		
غارون العليا		
میه وویلان		
اندرو ولوار		
چورا		
لوار		

فيله	اسم	الاقاليم
لواريت	المدن	المتوجات
مانش	أورليانس	لاكوا
	من لو	شرحه
موزيل	مق	بوموليت
	شرحه	برجري
	شرحه	لوان
نيروا	نورماندي	بوكامونت
توت	دوني	موريتا
وانز	لاتفكورت	شوفوكس
پاس كاليس	اراس	شرحه
بيدوم	كلمون فرناند	شرحه
يان	استراس بورغ	داريه
ران	كلمار	فتك
	مولهنسن	لوليت
بون	ليون	ماتبورغ
	باريس	بروست
السين	شرحه	شارل ديپان
	شرحه	دوبرقان
	شرحه	ديدين
	شرحه	تبرغ
السين الاسفل	شرحه	يونوروه
السين وَا ان	آلبوف	يونوروه
	وواي	لاكروا

الاوليات	المدن	الاعالي
شرح	اميان	سوم
خوجة المدارس الصغيرة	ألي	نارن
برجيس	موتابان	نارن وباروم
بارت	أوينون	وانشير
ميت	بواتيرس	وينة
لاسمون	لموغ	وينه العليا
جوبه	فونير	بون

وقد تم تعريبه * وتنقيحه وتهذيبه * بمعرفة كاشف قبايه * ورافع حجابيه
ومذلل صغابه * القصر الفاني * محمد اقدى النهم بالحلواني * بمساعدة
محضره راجع الباري * محمد اسماعيل القرغلي الانصاري * بفهم
الله آمالهم وختمه بالصالحات اعمالهم * وجميع المسلمين آمين *
وكان تمام طبعه بدار الطباعة الاميرة * الكائنات بولاق مصر القاهرة *
في مدة ولاية عزيز الديار المصري * وكوكب افق الصدارة العثمانية * حضرة
الوزير الاعظم * والدستور المكرم * الحاج عباس حلي باشا * بلغه الله من
خيرى الدارين ما يشاء وما شاء * وكان اجراء طبعه تحت نظارة الوائق بعناية ربه
المعيد المندى * فاطرها صاحب الحمية على جودة اقدى * وذلك
في العشر الاواخر من صفر الحير سنة ثمان وستين ومائتين بعد
الالف * من هجرة من خلقه الله على اكل وصف *
صلى الله وسلم عليه * وعلى آله واصحابه
ومن اتى اليه

